

**EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, LA ESTRUCTURA Y LA
DIVERSIDAD DE TRES BOSQUES SECOS TROPICALES EN EL ALTO
MAGDALENA, DEPARTAMENTO DEL TOLIMA**


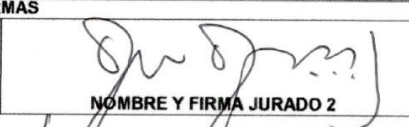

**BRAYAN ALEXIS MORALES DUARTE
LINA MARÍA FONSECA PEÑA**

**Trabajo de grado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Forestal**


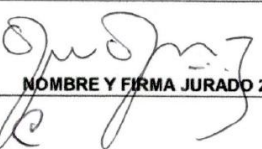
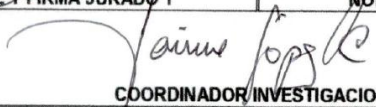
**Director
BORIS VILLANUEVA TAMAYO
Ingeniero Forestal**

**UNIVERSIDAD DEL TOLIMA
FACULTAD DE INGENIERÍA FORESTAL
INGENIERÍA FORESTAL
IBAGUÉ – TOLIMA
2018**

COMITÉ DE INVESTIGACIONES				
ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO				
(Acuerdo Consejo de Facultad Ingeniería Forestal 355 de 2013)				
TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO				
Evaluación de la composición florística, la estructura y la diversidad de tres bosques secos tropicales en el alto Magdalena Departamento del Tolima				
NOMBRE DEL (LOS) ESTUDIANTE(S):				
Lina María Fonseca Peña				
DIRECTOR				
Boris Villanueva Tamayo				
NOMBRE Y NIVEL DE FORMACIÓN JURADO 1				
Omar Melo Cruz, PhD.				
CALIFICACIÓN JURADO 1	Informe Escrito (65%)	4-8	Sustentación (35%)	4-8
NOMBRE Y NIVEL DE FORMACIÓN JURADO 2				
Fernando Fernandez Mendez, PhD. (c)				
CALIFICACIÓN JURADO 2	Informe Escrito (65%)	4.5	Sustentación (35%)	4.7
CALIFICACIÓN PONDERADA		Jurado 1	4.8	Jurado 2
				4.6
CALIFICACIÓN FINAL	4.7	Reprobado		Aprobado
Sobresaliente		Meritorio	X	Laureado
RANGOS DE EQUIVALENCIA:				
Calificación menor de tres cero (3.0)				
Calificación entre tres cero (3.0) y tres nueve (3.9)				
Calificación entre cuatro cero (4.0) y cuatro cuatro (4.4)				
Calificación entre cuatro cinco (4.5) y cuatro nueve (4.9)				
Calificación de cinco cero (5.0)				
OBSERVACIONES				

FIRMAS	
	
NOMBRE Y FIRMA JURADO 1	NOMBRE Y FIRMA JURADO 2
	
COORDINADOR INVESTIGACIONES	
CIUDAD: Ibagué	FECHA DE SUSTENTACIÓN: Octubre 4/2018

COMITÉ DE INVESTIGACIONES				
ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO				
(Acuerdo Consejo de Facultad Ingeniería Forestal 355 de 2013)				
TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO				
Evaluación de la composición florística, la estructura y la diversidad de tres bosques secos tropicales en el alto Magdalena Departamento del Tolima				
NOMBRE DEL (LOS) ESTUDIANTE(S):				
Brayan Alexis Morales Duarte				
DIRECTOR				
Boris Villanueva Tamayo				
NOMBRE Y NIVEL DE FORMACIÓN JURADO 1				
Omar Melo Cruz, PhD.				
CALIFICACIÓN JURADO 1	Informe Escrito (65%)	4.8	Sustentación (35%)	4.8
NOMBRE Y NIVEL DE FORMACIÓN JURADO 2				
Fernando Fernández Méndez, PhD (c)				
CALIFICACIÓN JURADO 2	Informe Escrito (65%)	4.5	Sustentación (35%)	4.7
CALIFICACIÓN PONDERADA	Jurado 1	4.8	Jurado 2	4.6
CALIFICACIÓN FINAL	4.7	Reprobado	Aprobado	
Sobresaliente		Meritorio	X	Laureado
RANGOS DE EQUIVALENCIA:				
Calificación menor de tres cero (3.0)				
Calificación entre tres cero (3.0) y tres nueve (3.9)				
Calificación entre cuatro cero (4.0) y cuatro cuatro (4.4)				
Calificación entre cuatro cinco (4.5) y cuatro nueve (4.9)				
Calificación de cinco cero (5.0)				
OBSERVACIONES				

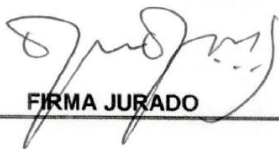
FIRMAS	
	
NOMBRE Y FIRMA JURADO 1	NOMBRE Y FIRMA JURADO 2
	
COORDINADOR INVESTIGACIONES	

CIUDAD: Ibagué	FECHA DE SUSTENTACIÓN: Octubre 4/2018
-----------------------	--

COMITÉ DE INVESTIGACIONES	
FORMATO DE EVALUACIÓN - SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO	
TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO Evaluación de la composición florística, la estructura y la diversidad de tres bosques secos tropicales en el alto Magdalena Departamento del Tolima	
NOMBRE DEL (LOS) ESTUDIANTE(S): Brayan Alexis Morales Duarte y Lina María Fonseca Peña	
DIRECTOR Boris Villanueva Tamayo	
INSTRUCCIONES PARA LOS JURADOS: Califique de 0.0 a 5.0 cada uno de los componentes de los 5 ítem que aparecen en la siguiente tabla, posteriormente pondeéelos con el factor recomendado para generar la calificación total.	

CALIFICACIÓN ESTUDIANTE 1:			
PARÁMETROS	CALIFICACIÓN 0.0 – 5.0	FACTOR DE PONDERACIÓN	TOTAL
Seguridad, coherencia y facilidad de expresión.	4.8	0.2	0,96
Dominio del tema o área de conocimiento	4.7	0.4	1,88
Pertinencia y claridad de las respuestas a las preguntas formuladas	4.6	0.3	1,38
Manejo de Recursos Audiovisuales	4.5	0.1	0,45
TOTALES		1.0	4,7.

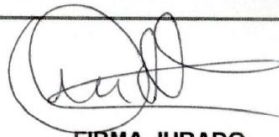
CALIFICACIÓN ESTUDIANTE 2: (en caso de ser necesario)			
PARÁMETROS	CALIFICACIÓN 0.0 – 5.0	FACTOR DE PONDERACIÓN	TOTAL
Seguridad, coherencia y facilidad de expresión.	4.7	0.2	0,94
Dominio del tema o área de conocimiento	4.7	0.4	1,88
Pertinencia y claridad de las respuestas a las preguntas formuladas	4.7	0.3	1,41
Manejo de Recursos Audiovisuales	4.5	0.1	0,45
TOTALES		1.0	4,7.

NOMBRE JURADO: Fernando Fernandez Medina	 FIRMA JURADO
FECHA DE EVALUACIÓN: 04/10/2018	

COMITÉ DE INVESTIGACIONES FORMATO DE EVALUACIÓN - SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO	
TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO Evaluación de la composición florística, la estructura y la diversidad de tres bosques secos tropicales en el alto Magdalena Departamento del Tolima	
NOMBRE DEL (LOS) ESTUDIANTE(S): Brayan Alexis Morales Duarte y Lina María Fonseca Peña	
DIRECTOR Boris Villanueva Tamayo	
INSTRUCCIONES PARA LOS JURADOS: Califique de 0.0 a 5.0 cada uno de los componentes de los 5 ítem que aparecen en la siguiente tabla, posteriormente póngelos con el factor recomendado para generar la calificación total.	

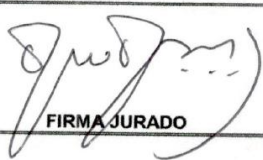
CALIFICACIÓN ESTUDIANTE 1:			
PARÁMETROS	CALIFICACIÓN 0.0 – 5.0	FACTOR DE PONDERACIÓN	TOTAL
Seguridad, coherencia y facilidad de expresión.	4.8	0.2	0.96
Dominio del tema o área de conocimiento	4.8	0.4	1.92
Pertinencia y claridad de las respuestas a las preguntas formuladas	4.8	0.3	1.44
Manejo de Recursos Audiovisuales	5.0	0.1	0.50
TOTALES		1.0	4.8

CALIFICACIÓN ESTUDIANTE 2: (en caso de ser necesario)			
PARÁMETROS	CALIFICACIÓN 0.0 – 5.0	FACTOR DE PONDERACIÓN	TOTAL
Seguridad, coherencia y facilidad de expresión.	4.8	0.2	0.96
Dominio del tema o área de conocimiento	4.8	0.4	1.92
Pertinencia y claridad de las respuestas a las preguntas formuladas	4.8	0.3	1.44
Manejo de Recursos Audiovisuales	5.0	0.1	0.50
TOTALES		1.0	4.8

NOMBRE JURADO: Omar Melo	 FIRMA JURADO
FECHA DE EVALUACIÓN: 04-10-2018	


COMITÉ DE INVESTIGACIONES
FORMATO DE EVALUACIÓN - INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO
TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, LA ESTRUCTURA Y LA DIVERSIDAD DE TRES BOSQUES SECOS TROPICALES EN EL ALTO MAGDALENA DEPARTAMENTO DEL TOLIMA
NOMBRE DEL (LOS) ESTUDIANTE(S): BRAYAN ALEXIS MORALES DUARTE LINA MARÍA FONSECA PEÑA
DIRECTOR BORIS VILLANUEVA TAMAYO
INSTRUCCIONES PARA LOS JURADOS: Califique de 0.0 a 5.0 cada uno de los componentes de los 5 ítem que aparecen en la siguiente tabla, posteriormente pondearlos con el factor recomendado para generar la calificación total. Las observaciones y sugerencias sobre el documento se deben presentar en hoja anexa. Este formato debe ser devuelto con el informe final después de su evaluación.

PARÁMETROS	CALIFICACIÓN 0.0 – 5.0	FACTOR DE PONDERACIÓN	TOTAL
1. Preliminares: Claridad y correspondencia en el Título, Resumen, Introducción y el contenido del documento. Documento sujeto a la normatividad vigente.	4.5	0.05	0,23
2. Marco Teórico: Apropiaada fundamentación teórica y revisión de literatura. Antecedentes pertinentes y actuales	4.4	0.2	0,88
3. Marco Metodológico: Claridad, pertinencia, consistencia, validez y confiabilidad de los métodos de captura de la información y el procesamiento de datos.	4.4	0.2	0,88
4. Resultados y Análisis: Claridad y consistencia con los objetivos del proyecto. Análisis, interpretación y contraste con apoyo de citas bibliográficas. Relevancia y pertinencia de productos logrados.	4.5	0.3	1.35
5. Conclusiones: Claridad y pertinencia de las conclusiones. Concluye en función de los objetivos.	4.5	0.25	1.13
TOTALES		1.0	4.5

NOMBRE JURADO: FERNANDO FERNANDEZ MENDEZ	 FIRMA JURADO
FECHA DE EVALUACIÓN: 04/10/2018	

COMITÉ DE INVESTIGACIONES FORMATO DE EVALUACIÓN - INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO
TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, LA ESTRUCTURA Y LA DIVERSIDAD DE TRES BOSQUES SECOS TROPICALES EN EL ALTO MAGDALENA DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.
NOMBRE DEL (LOS) ESTUDIANTE(S): BRAYAN ALEXIS MORALES DUARTE LINA MARÍA FONSECA PEÑA
DIRECTOR BORIS VILLANUEVA TAMAYO
INSTRUCCIONES PARA LOS JURADOS: Califique de 0.0 a 5.0 cada uno de los componentes de los 5 ítem que aparecen en la siguiente tabla, posteriormente póngelos con el factor recomendado para generar la calificación total. Las observaciones y sugerencias sobre el documento se deben presentar en hoja anexa. Este formato debe ser devuelto con el informe final después de su evaluación.

PARÁMETROS	CALIFICACIÓN 0.0 – 5.0	FACTOR DE PONDERACIÓN	TOTAL
1. Preliminares: Claridad y correspondencia en el Título, Resumen, Introducción y el contenido del documento. Documento sujeto a la normatividad vigente.	4.9	0.05	0.245
2. Marco Teórico: Apropiaada fundamentación teórica y revisión de literatura. Antecedentes pertinentes y actuales	4.7	0.2	0.94
3. Marco Metodológico: Claridad, pertinencia, consistencia, validez y confiabilidad de los métodos de captura de la información y el procesamiento de datos.	4.9	0.2	0.98
4. Resultados y Análisis: Claridad y consistencia con los objetivos del proyecto. Análisis, interpretación y contraste con apoyo de citas bibliográficas. Relevancia y pertinencia de productos logrados.	4.9	0.3	1.47
5. Conclusiones: Claridad y pertinencia de las conclusiones. Concluye en función de los objetivos.	4.7	0.25	1.175
TOTALES		1.0	4.81

NOMBRE JURADO: OMAR A. MELO CRUZ	 FIRMA JURADO
FECHA DE EVALUACIÓN: 25/09/2018	

DEDICATORIA

El primer autor quiere dedicar este trabajo a:

A mi padre y mejor amigo, Edgard Morales Espinosa, por su paciencia y su sacrificio, por su amor incondicional desde el inicio, por ti papá.

A mi abuela Lucy Espinosa Marín (Q.E.P.D) y mi tía Sandra Liliana Morales Espinosa (Q.E.P.D.), por haberme enseñado la importancia de la responsabilidad, la honestidad y el esfuerzo.

A mis tíos, Luz Adriana Morales, Leidy Carolina Morales y Jaime Morales Espinosa, por sus consejos y su apoyo. A mis primos y mis hermanos, por ser parte de lo que soy.

El segundo autor quiere dedicar este trabajo a:

A mis padres; Aydeé Peña Aranda y Raúl Fonseca Sandoval, por el apoyo incondicional y amor brindado. Siendo el mejor ejemplo a seguir en cada proceso de mi vida. Al demostrarme que la vida está llena de emociones, experiencias y errores, pero es la capacidad y voluntad de cada quien, para levantarse y seguir.

A mis hermanos; Daniela Fonseca, Laura Fonseca, Oscar Fonseca y Abuelos; Mercedes Aranda, Cecilia Sandoval y Daniel Peña. De quienes he podido recibir los mejores consejos, enseñanzas y sabiduría.

A las experiencias vividas y saberes en este proceso tan particular, llevando conmigo una mejor proyección de ver las cosas, de apreciar sin lastimar y respetar, y con las ganas de querer mejorar siempre como persona e intelectualmente.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro director y amigo Boris Villanueva Tamayo, quien nos acompañó y educó en este proceso, por su paciencia y colaboración.

A Jaime Andrés Cabezas por habernos acompañado en los primeros pasos de nuestro proceso investigativo.

A Camilo Alcázar Nieto, Por su compañía y enseñanza en los trabajos de campo.

A Lina María Corrales, por ser amiga, compañera y testigo de este proceso.

A nuestros compañeros, Juan Camilo Pavas y Eric Castro, por las experiencias compartidas en campo.

A nuestros profesores de la Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad del Tolima, Especialmente el maestro Omar Aurelio Melo, por enseñarnos, más allá del conocimiento, el carácter y personalidad de los Ingenieros Forestales.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	16
1. OBJETIVOS.....	18
1.1 OBJETIVO GENERAL	18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
2. MARCO TEÓRICO	19
2.1 GENERALIDADES DEL BOSQUE SECO TROPICAL.....	19
2.2 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA	20
2.3 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL.....	20
2.3.1 Estructura Horizontal.....	21
2.3.2 Estructura Vertical.	21
2.4 EVALUACIÓN DE DIVERSIDAD DE ESPECIES.....	22
2.4.1 Alfa Diversidad.	23
2.4.2 Beta Diversidad.....	24
3. METODOLOGÍA	25
3.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	25
3.1.1 Bosque La Flor.....	26
3.1.2 Bosque la Zorra.....	27
3.1.3 Bosque El Neme.	28
3.2 EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA.....	29
3.2.1 Colecta y manejo de muestras botánicas.....	30
3.2.2 Herborización..	31
3.3 ESTRUCTURA.....	31
3.3.1 Estructura Horizontal.....	31
3.3.2 Estructura Vertical.	33
3.4 DIVERSIDAD	35

3.4.1 Alfa-Diversidad.....	35
3.4.2 Beta-Diversidad.....	36
 4. RESULTADOS.....	 37
4.1 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA	37
4.1.1 Bosque La Flor.....	37
4.1.2 Bosque La Zorra.....	39
4.1.3 Bosque El Neme.	42
4.2 ESTRUCTURA HORIZONTAL.....	45
4.3 ESTRUCTURA VERTICAL	51
4.4 ALFA-DIVERSIDAD	61
4.5 BETA-DIVERSIDAD.....	62
 5. DISCUSIÓN	 64
 6. CONCLUSIONES	 72
 RECOMENDACIONES	 74
 REFERENCIAS	 75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de los sitios muestreados.	25
Figura 2. Comportamiento de la precipitación (mm) y la temperatura (°C) para el área de influencia del bosque La Flor.	26
Figura 3. Comportamiento de la precipitación (mm) y la temperatura (°C) para el área de influencia del bosque La Zorra.	27
Figura 4. Comportamiento de la precipitación (mm) y la temperatura (°C) para el área de influencia del bosque El Neme.	28
Figura 5. Esquema de parcela permanente cuadrada de 50 x 50 m ² (para cada sitio muestreado).	29
Figura 6. Diagrama de dispersión de copas propuesto por Ogawa et al. 1965.	34
Figura 7. Distribución de las familias botánicas particulares por bosque y en común. .	44
Figura 8. Valores de IVI expresados en porcentaje del bosque La Flor.	50
Figura 9. Valores de IVI expresados en porcentaje del bosque La Zorra.	50
Figura 10. Valores de IVI expresados en porcentaje del bosque El Neme.	51
Figura 11. Diagrama de perfil del bosque La Flor.	51
Figura 12. Diagrama de dispersión de copas del bosque La Flor.	52
Figura 13. Diagrama de perfil del bosque la Zorra.	54
Figura 14. Diagrama de dispersión de copas del bosque La Zorra.	55
Figura 15. Diagrama de perfil del bosque El Neme.	58
Figura 16. Diagrama de dispersión de copas del bosque El Neme.	58
Figura 17. Diagrama de clúster para la medida de similaridad de Jaccard.	63

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición florística del bosque La Flor.	37
Tabla 2. Composición florística del bosque La Zorra.	40
Tabla 3. Composición florística del bosque El Neme.	42
Tabla 4. Valores de IVI para las especies del bosque La Flor.	45
Tabla 5. Valores de IVI para las especies del bosque La Zorra.	46
Tabla 6. Valores de IVI para las especies del bosque El Neme.	48
Tabla 7. Distribución del número de especies y sus abundancias por intervalo altitudinal del bosque La Flor.	53
Tabla 8. Distribución del número de especies y sus abundancias por intervalo altitudinal del bosque La Zorra.	56
Tabla 9. Distribución del número de especies y sus abundancias por intervalo altitudinal del bosque El Neme.	60
Tabla 10. Índices de alfa-diversidad usados para los tres bosques (La Flor, la Zorra y el Neme) interpretados según (Caviedes, 1999).	61
Tabla 11. Medida de similaridad de Jaccard.	62
Tabla 12. Especies encontradas, no reportadas para el departamento del Tolima o no reportadas para los bosques secos de Colombia, Según Pizano y Garcia, (2014).	67

RESUMEN

Se evaluó la composición florística y estructural de tres bosques secos tropicales en el alto Magdalena, ubicados en el sur-orienté (bosque La Flor), centro (bosque El Neme) y norte (bosque la Zorra) del departamento del Tolima, por medio de tres parcelas permanentes de muestreo (PPM) de 0,25 has (50*50 m) cada una, una para cada bosque. Fueron medidos árboles, arbustos, lianas y palmas. La composición florística, estructura horizontal, alfa-diversidad y beta-diversidad fue evaluada para todos los individuos con $DN \geq 1$ cm., la estructura vertical fue analizada para los individuos arbóreos con $DN \geq 5$ cm. Se encontraron para el bosque La Flor 304 individuos representados por 62 especies pertenecientes a 26 familias botánicas, para La Zorra 1282 individuos representados por 60 especies pertenecientes a 35 familias, para El Neme 791 individuos, distribuidos en 21 especies pertenecientes a 12 familias botánicas, las especies de mayor peso ecológico fueron *Handroanthus chrysanthus*, *Cordia gerascanthus* y *Platymiscium hebestachyum* respectivamente. Los diagramas de perfil fueron graficados con los software AutoCAD 2017 y SketchUp 2017, resultando perfiles evidentemente contrastantes, la estructura vertical se analizó por medio de diagramas de dispersión de copas, se visualizaron diferentes estratos relacionados con la complejidad de los respectivos bosques. Según los índices de Margalef, Shannon-Wiener y Simpson, el ecosistema más diverso es el bosque La Flor, seguido de la Zorra, El neme presentó diversidad baja a media con dominancia de alta a media, según Jaccard los 3 ecosistemas fueron ampliamente diferentes con menos del 6% de similaridad.

Palabras clave: Bosque Seco Tropical, Composición Florística, Estructura Horizontal, Estructura Vertical, Alfa-Diversidad, Beta-Diversidad, Tolima, Alto Magdalena.

ABSTRACT

The floristic and structural composition of three tropical dry forests in the upper Magdalena, located in the south-east (La Flor forest), center (El Neme forest) and north (La Zorra forest) of the department of Tolima, was evaluated by means of three permanent sampling plots (PPM) of 0.25 ha (50*50 m) each, one for each forest. Trees, shrubs, lianas and palms were measured. The floristic composition, horizontal structure, alpha-diversity and beta-diversity were evaluated for all individuals with DN \geq 1 cm., the vertical structure was analyzed for arboreal individuals with DN \geq at 5 cm. For La Flor forest, 304 individuals represented by 62 species belonging to 26 botanical families were found, for La Zorra 1282 individuals represented by 60 species belonging to 35 families, for El Neme 791 individuals distributed in 21 species belonging to 12 botanical families, the species with the highest ecological weight were *Handroanthus chrysanthus*, *Cordia gerascanthus* and *Platymiscium hebestachyum* respectively. The profile diagrams were plotted with AutoCAD 2017 and SketchUp 2017 software, resulting in contrasting profiles, the vertical structure was analyzed by means of crown scatter diagrams, different strata related to the complexity of the respective forests were visualized. According to the indices of Margalef, Shannon-Wiener and Simpson, the most diverse ecosystem is the La Flor forest, followed by the Zorra, El neme presented low to medium diversity with high to medium dominance, according to Jaccard the 3 ecosystems were widely different with less than 6% similarity.

Keywords: Tropical Dry Forest, Floristic Composition, Horizontal Structure, Vertical Structure, Alpha-Diversity, Beta-Diversity, Tolima, Alto Magdalena.

INTRODUCCIÓN

El Bosque Seco Tropical (bs-T) se diferencia de otras zonas de vida por proliferar en tierras bajas y presentar una marcada estacionalidad de lluvias con varios meses de sequía al año (Pizano y Garcia, 2014), donde la relación anual de evapotranspiración potencial (PET) a la precipitación (P) excede la unidad... Tanto así, que para época de sequía la precipitación mensual no es superior a los 100 mm.(Murphy & Lugo, 1986), haciendo que está se convierta en una fuerza ecológica dominante, cuando los patrones temporales de actividad biológica como el crecimiento o la reproducción se sincronizan con la disponibilidad de agua o cuando la distribución geográfica de taxones de plantas o animales se vea limitada por las restricciones de humedad durante ciertos períodos del año (Murphy & Lugo, 1986).

Adicionalmente, el bs-T se caracteriza por ser una cobertura vegetal conformada, entre otros, por arboles deciduos, donde al menos el 50% de las especies presentes son tolerantes a la sequía (Pizano y Garcia, 2014), además, por presentar estratos arbóreos, áreas basales e índices de biodiversidad menores en comparación con los bosques húmedos y muy húmedos tropicales (Murphy & Lugo, 1986; Villanueva, Melo, y Rincón, 2015). También regula la productividad de los sistemas agrícolas, ganaderos, naturales y es banco genético de especies únicas propias de cada bosque debido a los altos niveles de endemismo (Balvanera, 2012). Estos principales aspectos han incurrido en la transformación de los suelos junto con sus diferentes usos en zonas de baja altitud para Colombia, en especial la región del alto Magdalena, por parte de actividades humanas como: Tala de árboles y posterior uso del terreno para cultivos transitorios o permanentes, la ganadería intensiva y minera, propio de cada región, acelerando la fragmentación, pérdida del hábitat y posteriores cambios de las comunidades vegetales, animales, y micro-organismos que estructuran los bosques secos (Pizano y Garcia, 2014).

Existe poca información específica sobre el Bs-T, se resaltan estudios como el de Mendoza(1999), quién evaluó la estructura y riqueza florística de siete remanentes de bosque seco para región del Caribe y parte de la región del alto Magdalena, después, Fernández, Bernate y Melo (2013), resaltan la diversidad florística y rareza como potenciales para la conservación y restauración del bosque seco, presentando entre 15 y 34 especies por parcela, a su vez, se registra en la reserva el Neme de Coello, Tolima, y segundo registro para la fecha en Colombia, la especie *Acidocroton gentryi* Fern. Alonso & R. Jaram., (Euphorbiaceae) (Villanueva, et al., 2015).

Debido a la escasa información del bs-T, se estudiaron tres localidades, diferentes, ubicadas en el valle del alto del Magdalena, para recopilar información puntual que nos permitiera conocer, cuáles son las similitudes y particularidades florísticas específicas para estos bosques, además, saber si existen similitudes estructurales para los sitios objeto de estudio y la variabilidad que se puede encontrar respecto a índices de diversidad para estas zonas. El presente estudio pretende aportar al conocimiento de la composición florística, la estructura y diversidad de los bs-T del alto Magdalena, mejorando y proyectando el estado del conocimiento del bs-T para Colombia y el mundo.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluarla composición florística, la estructura y la diversidad de tres bosques secos tropicales en el alto Magdalena.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la composición florística de tres bosques secos tropicales del alto Magdalena.
- Evaluarlas estructuras de tres bosques secos tropicales en el alto Magdalena.
- Determinar los valores de Alfa y Beta para las tres comunidades objeto de evaluación.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES DEL BOSQUE SECO TROPICAL

Para Colombia, el bs-T se encuentra entre los 0 y 1000 m de altitud, con precipitación anual entre los 700 a 2000 mm y una temperatura anual promedio superior a 25 °C (Murphy & Lugo, 1986), sin embargo su principal característica está definida por presentar al menos una estación de sequía al año, alcanzando una precipitación ≤ 100 mm, procediendo a un déficit hídrico en el suelo y a alteraciones en la funcionalidad de la vegetación (Murphy & Lugo, 1986; Villanueva, et al., 2015), ocasionando una serie de adaptaciones morfológicas, fisiológicas y de comportamiento en plantas, animales, hongos y organismos del suelo que determinan los procesos ecosistémicos de estos bosques (productividad, ciclaje de agua y nutrientes y almacenamiento de carbono) (Pennington, Prado & Pendry, 2000).

Actualmente para Colombia, se han identificado cerca de 720 mil hectáreas de bosques secos remanentes en el país, representados en dos categorías: polígonos que representan extensiones continuas de bosques secos (332.810 ha) y polígonos que presentan matrices transformadas de pastos, cultivos y espacios naturales (384.416 ha), estos bosques fueron clasificados para cuatro regiones biogeográficas, el Caribe, el Norandino (Incluyendo Catatumbo). Y los bosques secos del Cauca y del Magdalena, que fueron diferenciados a su vez por subregiones alta, media y baja (Pizano y Garcia, 2014). Para el caso del valle del Magdalena se ven presionados significativamente los parches de bosque seco, por la ganadería, la presencia de cultivos de arroz y el fuego, limitando los procesos de sucesión, influenciando en la pérdida de la composición, tamaño, y estructura de los parches. (Rodriguez y López, 2014).

Posteriormente se resaltan especies representativas para el bs-T, como *Sorocea sprucei*, *Astronium graveolens*, *Brosimum aliscastrum*, *Capparis baducca*, *Trichillia oligofoliolata*, entre otras, registradas en el estudio de Mendoza(1999), así mismo

especies endémicas para la región Norandina, del Cañón del río Chicamocha, como la ceiba barrigona (*Cavanillesia chicamochae* Fern. Alonso), el cacao indio (*Zamia encephalartoides* D.W. Stev.), y dos especies de la familia Cactaceae (*Melocactus pescaderensis* y *Melocactus guanensis*) las cuales representan un área de distribución reducida y una baja densidad poblacional (Albesiano, Rangel y Cadena, 2003; Pizano y García, 2014).

2.2 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

La riqueza florística específica de cada sitio particular se encuentra determinada por factores ambientales, posición geográfica, clima, suelos y topografía, además de la dinámica del bosque y la ecología de sus especies (Louman, Quirós, y Nilsson, 2001). En el campo de la botánica, la composición florística permite reconocer la riqueza de especies vegetales a partir de la identificación taxonómica por familia, género y especie, que es expresada a partir de la suma por especies y sus respectivas abundancias registradas para un determinado ecosistema (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

2.3 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

Los bosques tropicales pueden estudiarse desde el punto de vista de su organización, es decir, de la forma en que están constituidos, de su arquitectura y de las estructuras subyacentes, tras la mezcla aparentemente desordenada de los árboles y las especies, entendiendo por tales, la geometría de las poblaciones y las leyes que rigen sus conjuntos en particular (Melo y Vargas, 2003). La palabra estructura se ha empleado en diversos contextos para describir agregados que parecen seguir ciertas leyes matemáticas; Así ocurre con las distribuciones de diámetros normales y alturas, la distribución espacial de árboles y especies, la diversidad florística y de las asociaciones; Por consiguiente puede hablarse de estructura de diámetros, de alturas, de copas, de estructuras espaciales, etc., por lo que resulta claro que el significado biológico de los fenómenos del bosque, expresados por formulaciones matemáticas, constituye la base

fundamental de los estudios estructurales (UNESCO, 1980, citado por Melo y Vargas, 2003).

2.3.1 Estructura Horizontal. Brinda una visión del comportamiento de los árboles individuales y la ausencia o presencia de las especies en la superficie del bosque, por medio de cálculos simples como las abundancias, frecuencias y dominancias (absolutas), sin embargo, a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa, es posible apreciar el peso ecológico de cada especie dentro del tipo de bosque correspondiente, a esto se le conoce como el Índice de valor de importancia ecológica.

2.3.1.1 Índice de valor de importancia ecológica (IVI). Es la medida de peso ecológico que indica cuales son las especies más importantes para el ecosistema, además de las especies raras, las cuales pueden tener gran significancia hablando de temas de conservación y diversidad (Melo y Vargas, 2003). La obtención de índices de valor de importancia similares para las especies indicadoras, sugieren la igualdad o semejanza del rodal en su composición, en sus estructuras, en lo referente al sitio y a la dinámica. En tanto los datos en que se basan los índices que no son comparables entre sí, al ser diferentes, pueden originar IVI iguales, se sugiere tener cuidado al generalizar las conclusiones que se obtengan (Lamprecht, 1990).

2.3.2 Estructura Vertical. Hace referencia a la disposición de las plantas de acuerdo a sus formas de vida en los diferentes estratos de la comunidad vegetal (Mostacedo y Fredericksen, 2000). A diferentes alturas del perfil varían las condiciones microclimáticas, estas diferencias en el microclima permiten que especies de diferentes temperamentos se ubiquen en niveles que satisfagan sus demandas (Valerio y Salas, 1997).

Una de las herramientas para analizar la estructura vertical de los bosques son los perfiles de Vegetación, estos resultan ser útiles al momento de hacer una representación visual de la arquitectura comunitaria del bosque, a través de la estructura vertical el

atributo que mejor refleja el aspecto es la estratificación, mientras que en sentido horizontal aparece la densidad, el área basal y la cobertura. Para su representatividad se debe elegir una porción del bosque que respalde su arquitectura a mostrar, teniendo en cuenta que su representación será del momento en que se toman los datos ya que este varía con el tiempo (Rangel, Lowy, & Aguilar, 1997).

Por otro lado, existe el diagrama de dispersión de copas, propuesto por Ogawa et al. (1965). Permite visualizar la presencia de los estratos que compone un bosque, el cual corresponde a una gráfica cartesiana, en donde los árboles se representan por coordenadas generadas a partir de los valores de la altura total para el eje de las ordenadas (Y) y las alturas de reiteración en el eje de las abscisas (X) (Melo y Vargas, 2003). Construido el diagrama es posible diferenciar los diferentes estratos altitudinales que componen el bosque, una vez definido los estratos con sus respectivos intervalos para la altura total, se ubican las especies con sus abundancias dentro de cada una de ellos, para determinar la posición sociológica de las mismas (Melo y Vargas, 2003).

2.4 EVALUACIÓN DE DIVERSIDAD DE ESPECIES

La biodiversidad no depende sólo de la riqueza de especies, sino también de la dominancia relativa de cada una de las especies, en general se distribuyen según jerarquías de abundancias, desde algunas especies muy abundantes hasta algunas muy raras, cuanto mayor el grado de dominancia de algunas especies y de rareza de las demás, menor es la biodiversidad de la comunidad (DRYFLOR, 2016). Por ejemplo Fernández et al. (2013), encontraron diferencias significativas para comunidades boscosas en cuanto a dominancia, heterogeneidad, uniformidad, número y tipo de especies catalogándolo como un ecosistema diverso con algún grado de sucesión.

Los índices de diversidad logran describir lo diverso que puede ser un determinado lugar, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie, (abundancia) (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Para las medidas de diversidad de especies se han distinguido tres niveles de diversidad biológica: La

diversidad alfa, que es la diversidad dentro del hábitat o diversidad intracomunitaria; diversidad beta o diversidad entre diferentes hábitats, que se define como el cambio de composición de especies a lo largo de gradientes ambientales y finalmente la diversidad gamma, que es la diversidad de todo el paisaje y que puede considerarse como la combinación de las dos anteriores (Halffter, 1992).

2.4.1 Alfa Diversidad. Permite evaluar la diversidad dentro de una comunidad específica, mediante diferentes medidas como los índices de densidad de especies y los índices basados en la abundancia relativa de especies (Melo y Vargas, 2003).

Índice de Margalef (Dmg). Es un índice de densidad de especies, se basa únicamente en el número de especies presentes y la abundancia total, haciendo referencia a la riqueza específica (S), que es la representación más sencilla de evaluar la biodiversidad existente dentro de una comunidad (Melo y Vargas, 2003).

Índice de Shannon-Wiener (H'). Basado en la abundancia relativa de especies, se emplea en comunidades a las cuales se han determinado las especies presentes, sus respectivas abundancias y la proporción de la abundancia de cada especie en la totalidad de los individuos de la comunidad, siendo esta proporción la abundancia relativa, la cual cobra gran importancia en la determinación de este índice (Melo y Vargas, 2003).

El índice de Simpson (1-D). Se basa en la abundancia relativa de especies, hace referencia a la dominancia en las especies más comunes. Se interpreta como un índice que mide la dominancia bajo el caso hipotético que todas las especies tuvieran un único individuo en la comunidad, o a la probabilidad que existe de elegir dos individuos aleatoriamente entre la comunidad y que estos pertenezcan a la misma especie (Melo y Vargas, 2003).

2.4.2 Beta Diversidad. Evalúa la similaridad o disimilitud de un rango de hábitats o parcelas en términos de la variedad y algunas veces de la abundancia de especies que se encuentran en ellos. Mide la contigüidad de hábitats diferentes en el espacio, esto a partir de la comparación de especies pertenecientes a las comunidades evaluadas, de tal manera que mientras menos número de especies compartan las comunidades comparadas, mayor será la beta-diversidad (Melo y Vargas, 2003). Sin embargo, también son útiles para otro tipo de comparaciones, por ejemplo, para comparar las comunidades de plantas de estaciones diferentes o micro-sitios con distintos grados de perturbación (por ejemplo: bosque perturbado vs. bosque poco perturbado), ya que permite que los índices de similaridad puedan ser calculados en base a datos cualitativos (presencia/ausencia) o datos cuantitativos/abundancia (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Similaridad de Jaccard. Se usa para comparar las especies compartidas por dos comunidades sin tener en cuenta las abundancias, se considera que el valor de Jaccard será 1 si se comparten todas las especies, o de 0 al no compartir ninguna especie, para este último caso la beta-diversidad obtendrá el valor más alto (Melo y Vargas, 2003).

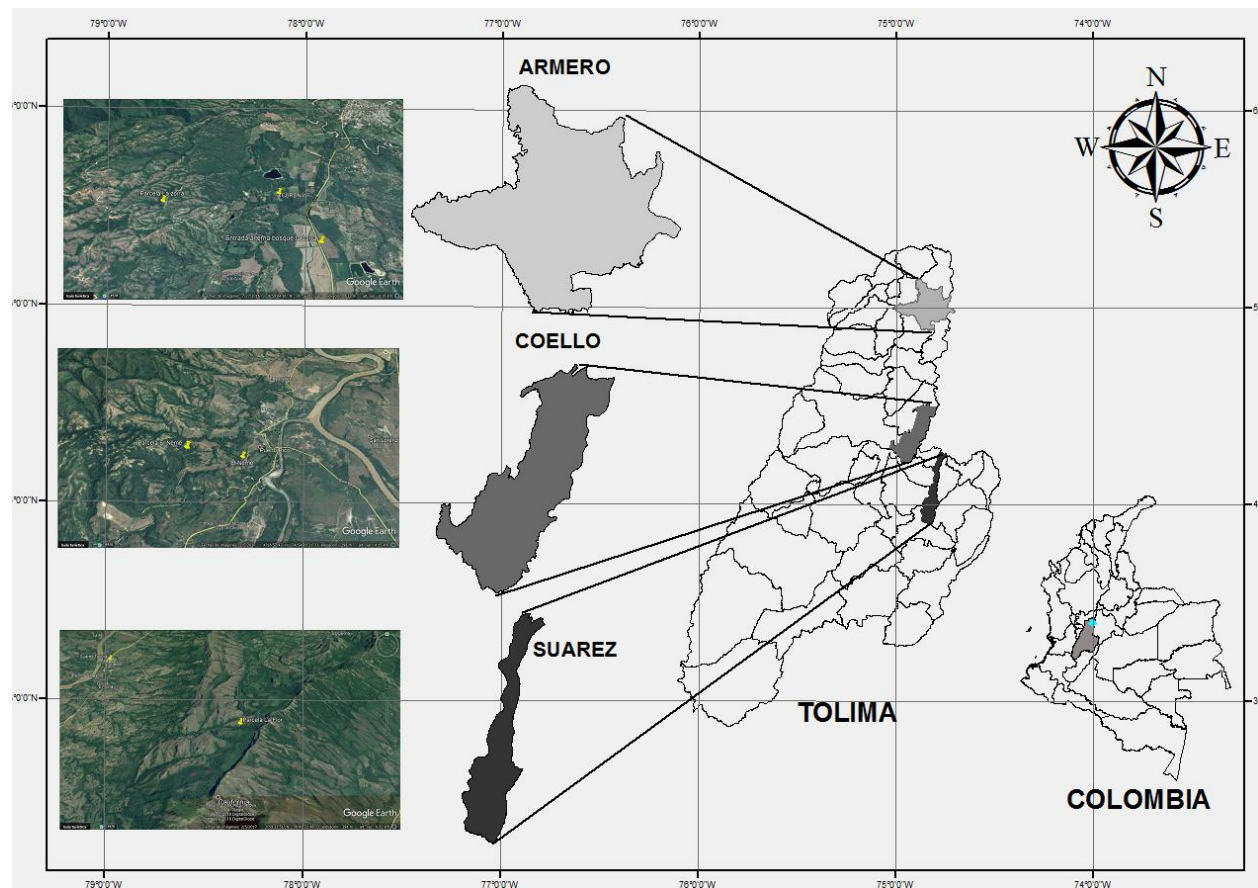
Diagrama de Clúster. Genera información sobre la coocurrencia de especies, muestran, de manera gráfica posibles relaciones entre las comunidades (entre ellas o entre ellas y su medio ambiente) (Melo y Vargas, 2003). Se basa en agrupamientos de comunidades con características similares, existen diferentes y variados diagramas de clúster según la función bajo la cual sean realizados, por ejemplo, diagrama de Clúster según las medidas de similaridad de Jaccard.

3. METODOLOGÍA

3.1 ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en tres sitios ubicados en zonas rurales de los municipios de Suarez, Armero Guayabal y Coello en el departamento del Tolima. En los sitios se encontraron fragmentos de bosque seco tropical con diferentes grados de intervención y recuperación.

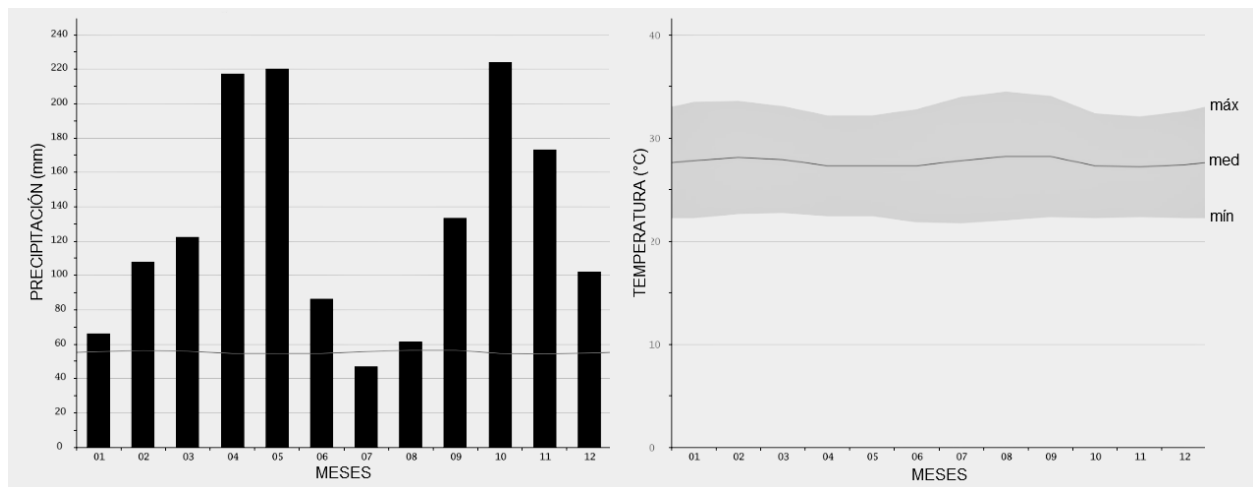
Figura 1.Ubicación de los sitios muestreados.



Fuente: Google Inc., 2018; ArcGis 10.2.2.

3.1.1 Bosque La Flor. El muestreo para este sitio se realizó en la hacienda La Flor, para el momento del muestreo propiedad de la Corporación Autónoma Regional del Tolima (Cortolima), ubicada al oriente del municipio de Suarez, Tolima, en el pie de monte correspondiente al flanco occidental de la cordillera oriental de los andes. El sitio fue una hacienda cafetera y cacaotera, evidenció una regeneración natural, aproximadamente de 17 años según habitantes de la zona. Allí se encontraron bosques que abarcan gran parte de los resumideros de aguas que forman el río “Batatas”, afluente de gran importancia para los habitantes del casco urbano y el resto de la región. El bosque “La Flor” se encuentra ubicado a 700 msnm., en las coordenadas 4°0′47.07” latitud norte y 74°47′19.01” longitud oeste (Figura 1), registra dos periodos secos durante el año que van desde Diciembre hasta Febrero y desde Junio hasta Agosto, además de dos periodos lluviosos que van desde Marzo hasta Mayo y de Septiembre hasta Noviembre, con una precipitación promedio anual de 1383 mm., y una temperatura media anual de 28°C. (Figura 2), se ubica en la conformación del bosque seco tropical (BST) según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (Consejo municipal de Suarez-Tolima, 2012).

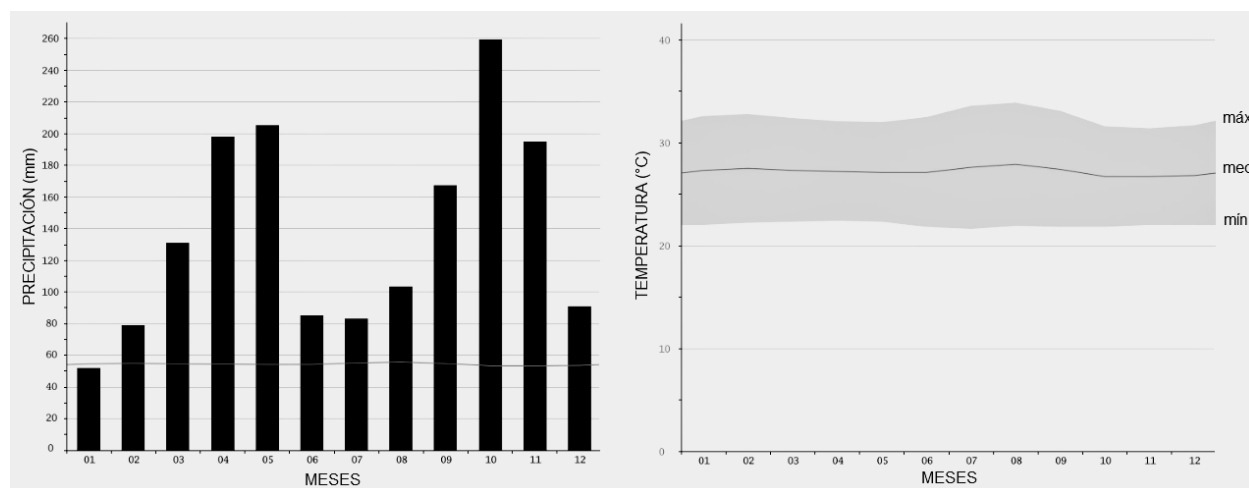
Figura 2. Comportamiento de la precipitación (mm) y la temperatura (°C) para el área de influencia del bosque La Flor.



Fuente: Merkel, CLIMATE-DATE.ORG.

3.1.2 Bosque la Zorra. Para este sitio, el muestreo se realizó en predios del Centro Universitario Regional del Norte (CURDN) de la Universidad del Tolima, en un fragmento de bosque ripario que acompaña uno de los afluentes que forman la quebrada la Zorra, la misma que alimenta el espejo de agua ubicado en el CURDN y que tributa al río Sabandija. El bosque denominado “La Zorra” se ubicó en la parte plana del municipio de Armero Guayabal a 500 msnm., en las coordenadas 4°59’5241” latitud norte y 74°55’34.93” longitud oeste (Figura 1), registra una distribución climática bimodal con dos periodos de lluvias, el primero entre Marzo y Mayo, el segundo entre Septiembre y noviembre y dos periodos secos, el primero va desde Diciembre hasta Febrero y el segundo entre Junio y Agosto; posee una temperatura media anual de 28,4°C y una precipitación media anual de 1705,5mm (Figura 3), el bosque se encuentra en la zona de vida Bosque Seco Tropical (BST) según el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (Alcaldía Municipal de Armero-Guayabal, 2004; CORTOLIMA, 2011).

Figura 3. Comportamiento de la precipitación (mm) y la temperatura (°C) para el área de influencia del bosque La Zorra.

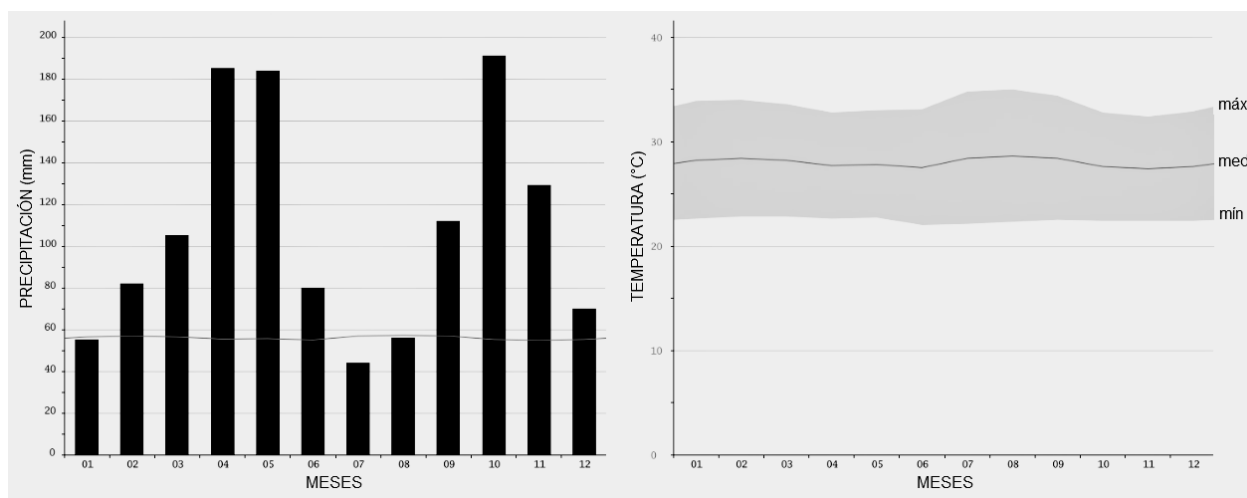


Fuente: Merkel, CLIMATE-DATA.ORG.

3.1.3 Bosque El Neme. En este sitio, el muestreo se realizó en Predios de la finca El Neme, ubicada a pocos kilómetros al occidente de la cabecera municipal de Coello. El Neme es una hacienda ganadera donde se reconocieron áreas de potreros relativamente planos con algunas cercas vivas, arboles remanentes con función de sombrío y algunos mosaicos de bosques probablemente muy jóvenes que pueden ser considerados mejor como sucesiones boscosas secundarias.

El bosque El Neme se ubicó a 316 msnm, en las coordenadas planas: 4°16'53.76" latitud norte y 74°54'44.06" longitud oeste (Figura 1), en una ladera al lado de una trocha, de fácil acceso, presenta una distribución climática bimodal, los periodos de lluvia van desde Marzo hasta Mayo y de Septiembre hasta Noviembre, con el pico más alto de precipitaciones en el mes de Octubre, los periodos secos van desde Diciembre hasta Febrero y desde Junio hasta Agosto, siendo Julio el mes más seco; Presenta una precipitación promedio anual de 1293 mm y una temperatura media anual de 28°C (Figura 4), según estas características, el lugar se clasifica como Bosque Seco Tropical, según el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge (Alcaldía Municipal de Coello, 2013).

Figura 4. Comportamiento de la precipitación (mm) y la temperatura (°C) para el área de influencia del bosque El Neme.

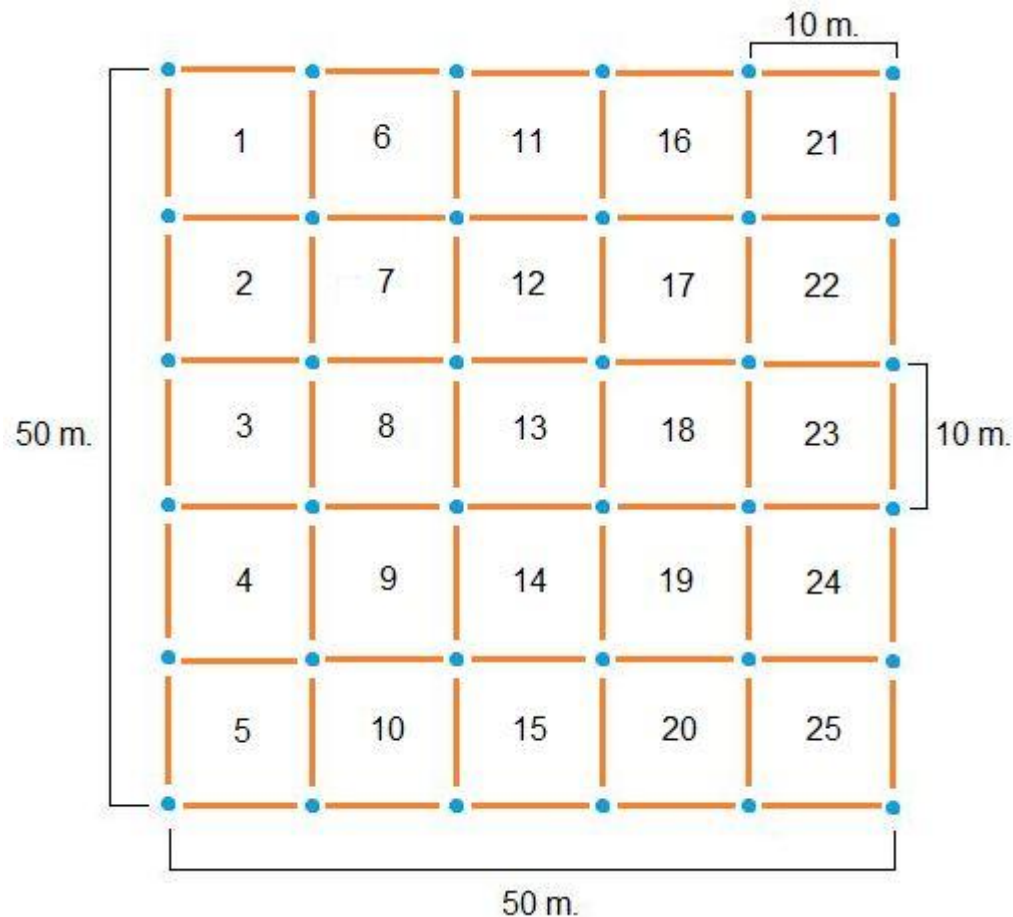


Fuente: Merkel, CLIMATE-DATA.ORG.

3.2 EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

Para evaluar la composición florística de los sitios muestreados se llevó a cabo el establecimiento de tres parcelas permanentes de muestreo, cuadradas, de 50*50 m., una para cada sitio, debidamente geo-referenciadas, delimitadas con tubos de PBC blancos de 1 pulgada por 50 cm. cada 10 m. (Figura 5). Se realizaron correcciones de pendiente en caso de ser necesario.

Figura 5. Esquema de parcela permanente cuadrada de 50 x 50 m² (para cada sitio muestreado).



Fuente: Autores.

Los tubos usados para marcar cada abscisa fueron anclados en la tierra aproximadamente 20 cm, a cada cuadrante fue designado un numero consecutivo del 1

al 25, esto para una buena ubicación espacial, no se usó cuerda de polipropileno para delimitar los cuadrantes, esto con el fin de reducir la intervención, pues resultan siendo desechos en el bosque.

3.2.1 Colecta Y Manejo De Muestras Botánicas. Se colectaron todas las morfo-especies (árboles, arbustos, palmas, lianas) encontradas en las parcelas de individuos con $DN \geq 1\text{cm}$, se priorizaron muestras con material reproductivo (flores y frutos) para cualquiera de los individuos, se colectó un total de 2 muestras botánicas para cada morfo-tipo estéril y hasta 3 muestras para los morfo-tipos en estado fértil. En el momento de la colecta, se tomaron la mayor y más exacta cantidad de datos posibles como: Habito de crecimiento, exudado, estípula, olor y código de individuo(CI), en caso de muestras fértiles se tomaron detalles del tamaño de la flor, color, olor, número y distribución de verticilos y fotografías, en caso de muestras con fruto, se tomaron datos de textura, tamaño, olor y demás observaciones concernientes para la posterior identificación de los morfo-tipos; Cada muestra colectada recibió un número de colecta único, consecutivo según su colector, a este número fueron asignados los datos tomados en el momento de la colecta. Cada colecta en campo fue guardada y movilizada en bolsas plásticas individuales de colección (30*40cm).

Para la conservación de las muestras botánicas previo al ingreso al laboratorio, la noche del día de colecta, fueron desempacadas y acomodadas de manera individual en hojas de papel periódico, organizándolas de forma que se logaran identificar los atributos de interés, cada periódico fue marcado con el número de colecta, el morfo-tipo, la fecha, el lugar y las iniciales del colector, luego, se apilaron de manera ordenada una sobre otra fijándose la pila con ayuda de más papel periódico y cinta de enmascarar, una vez ordenadas las muestras se conservaron en bolsas plásticas de 50*70 cm con alcohol al 50%.

3.2.2 Herborización. Al ingresar al laboratorio, las muestras fueron secadas en un horno eléctrico, a 75°C por 24 horas. La determinación del material seco se hizo por medio de claves dicotómicas, comparación con colecciones de herbario y colecciones digitalizadas dispuestas en bases de datos en línea.

Una vez determinadas las especies correspondientes a cada morfo-tipo se procedió al montaje de las muestras, consistió en ubicarlas en láminas de papel propalcote 320 de 30*40 cm., fijarlas con ayuda de pegamento a base de agua y coserlas con hilo y aguja, cada muestra fue registrada y guardada en la base de datos y colección del Herbario Toli, sección Laboratorio de Dendrología de la Universidad del Tolima.

3.3 ESTRUCTURA

Fueron evaluadas la estructura vertical y horizontal de los bosques objeto de estudio, para esto, dentro de las parcelas permanentes de muestreo se tomaron datos como: Código del individuo (CI), Diámetro normal (DN), Altura total (HT), Altura de reiteración (HR), Diámetro de copa X y Y (DCX, DCY), Coordenada X, Y y Número de colecta botánica (NCB). Se registraron los árboles muertos y cualquier otra observación de campo. La información fue escrita en libretas de campo.

3.3.1 Estructura Horizontal. Fue evaluada para todos los individuos a partir de 1 cm. de DN, se implementó el índice de valor de importancia ecológica (IVI), para el cual, primero fueron calculados la abundancia, frecuencia y dominancia (Melo y Vargas, 2003), siendo:

Abundancia absoluta $(Ab_a) = \text{Número de individuos por especie } (n_i)$

Abundancia relativa $(Ab\%) = (n_i / N) * 100$

Donde:

n_i = Número de individuos de la i ésima especie.

N = Número de individuos totales de la muestra.

Frecuencia absoluta $(Fr_a) = \text{Porcentaje de parcelas en las que aparece una especie,}$
 $100\% = \text{existencia de la especie en todas las sub-parcelas.}$

Frecuencia relativa $(Fr\%) = (F_i / F_t) * 100$

Donde:

F_i = Frecuencia absoluta de la i ésima especie.

F_t = Total de las frecuencias en el muestreo.

Dominância absoluta $(D_a) = G_i$
 $G_i = (\pi / 40000) * \sum d_i^2$

Donde:

G_i = Área basal en m^2 para la i ésima especie.

d_i = Diámetro normal en cm de los individuos de la i ésima especie.

$\pi = 3.1416$

Dominancia relativa $(D\%) = (G_i / G_t) * 100$

Donde:

G_t = Área basal total en m^2 del muestreo.

G_i = Área basal en m^2 para la i ésima especie.

La suma de la abundancia, frecuencia y dominancia, relativas, genera el Índice de Valor de Importancia ecológica (I.V.I), con el cual fue posible conocer el peso ecológico para cada especie dentro de la comunidad (Melo y Vargas, 2003):

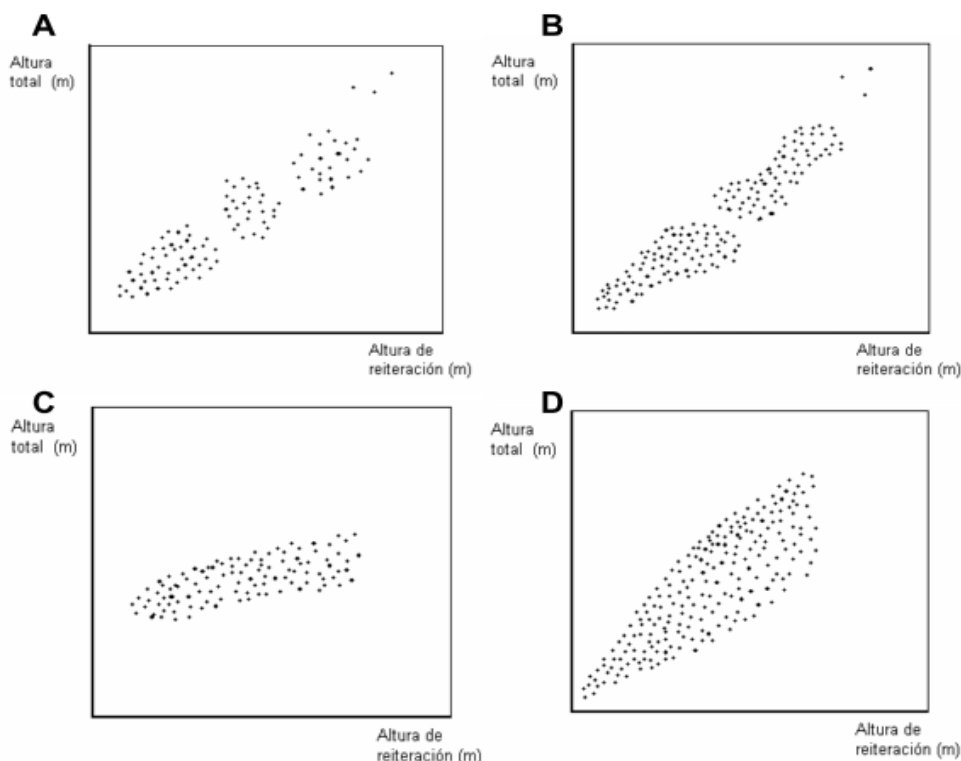
$$IVI = Ab\% + Fr\% + D\%$$

3.3.2 Estructura Vertical. Se procedió a la construcción de diagramas de perfil para la visualización de la estructura vertical de los sitios, se modificó la metodología propuesta por Melo y Vargas (2003) para que fuera posible la producción digital de los perfiles. Fueron graficados todos los individuos con $DN \geq 5\text{cm}$, no se graficaron lianas, tampoco individuos con DN entre 1 y 4,99 cm., a fin de no saturar el software ni el efecto visual.

La construcción de los diagramas se dividió en 2 fases. Para la primera fase se usó el software AUTOCAD 2017, donde en un espacio bidimensional se ubicaron los ejes X, Y de las parcelas, seccionados a escala cada 10 m., formando los 25 sub - cuadrantes de cada parcela, luego, con la ayuda de los comandos “OFFSET”, “LINE”, y “CIRCLE” se establecieron las áreas basales de cada uno de los individuos en sus coordenadas X,Y respectivas, seguido, con ayuda de los comandos “LINE”, “ELLIPSE” y “REVOLVE”, se formaron los sólidos que pasarían a representar las copas de los individuos. Para la segunda fase se usó el software SKETCHUP PRO 2017, donde se importaron los archivos elaborados en AUTOCAD 2017, en este software con ayuda del comando “PUSH/PULL” fue posible dar volumen a las áreas basales previamente establecidas en relación a la HR según los datos de cada uno de los individuos, finalmente con el comando “MOVE” se adecuaron las copas respectivas a cada tronco elaborado, las especies se diferenciaron por colores de copa para evidenciar visualmente la importancia de cada especie dentro de la comunidad, generando como resultado la representación gráfica escala manipulable de cada una de las comunidades censadas.

3.3.2.1 Diagramas de dispersión de copas. Para analizar los estratos en los bosques, se elaboraron sus respectivos diagramas de dispersión de copas, propuestos por Ogawa et al. (1965), citado por Melo y Vargas (2003) (Figura 6).

Figura 6. Diagrama de dispersión de copas propuesto por Ogawa et al. 1965.



Fuente: Melo y Vargas, 2003.

Donde el número de estratos de los bosques es equivalente al número de conglomerados de puntos, siendo, A: Estratificación evidente a partir de conglomerados de puntos bien definidos. B: Evidencia de estratificación a pesar de la poca definición de los conglomerados de puntos. C: Dispersión de puntos sin estratificación, por la tendencia paralela al eje de las abscisas, correspondería a bosques homogéneos o a sucesiones tempranas. D: Dispersión de puntos sin estratificación, por la tendencia de cola de cometa representaría a tipos de bosques más heterogéneos y maduros (Melo y Vargas, 2003).

Una vez definidos los estratos con sus respectivos intervalos para la altura total, se ubicaron las especies con sus abundancias dentro de cada uno de ellos, para determinar la posición sociológica de las mismas, esto fue representado de manera sencilla con la ayuda de tablas (Melo y Vargas, 2003).

3.4 DIVERSIDAD

3.4.1 Alfa-Diversidad. Para evaluar la diversidad alfa de los bosques objeto de estudio fueron calculados los índices de Margalef, Shannon-Wiener y Simpson (Melo y Vargas, 2003), para cada sitio, por medio del software PAST, versión 3.19. El análisis de los índices de diversidad se realizó de acuerdo a Caviedes (1999), donde:

Índice de Margalef (D_{mg}).

$$D_{mg} = (S-1) / (\ln(N))$$

Donde:

D_{mg} = Densidad de Margalef

S = Número de especies

N = Número total de individuos

Índice de Shannon-Wiener (H').

$$H' = -\sum p_i \ln(p_i)$$

$$E = H' / \ln(S)$$

Donde:

H' = Diversidad de Shannon

$p_i = (n_i / N)$ = abundancia proporcional (relativa)

E = Uniformidad de Shannon

S = Número total de especies en el muestreo

Índice de Simpson (D).

$$D = \sum p_i^2$$

$$D = \sum [n_i (n_i - 1) / N (N-1)]$$

Donde:

D= Índice de Simpson

p_i = Abundancia proporcional

n_i = Número de individuos de i ésima especie

N= Número de individuos totales

La interpretación de los índices de diversidad fue realizada según la metodología propuesta por (Caviedes, 1999).

3.4.2 Beta-Diversidad. Fue calculada para la totalidad del muestreo como el índice de similaridad de Jaccard, además, se elaboró e interpreto el diagrama de análisis de clúster según Jaccard, ambos generados por el software PAST, versión 3.19.

Similaridad de Jaccard.

$$C_j = j / (a + b - j)$$

Donde:

C_j = Similaridad de Jaccard

a= Número de especies en el ecosistema A

b= Número de especies en el ecosistema B

j= Número de especies compartidas por las comunidades.

4. RESULTADOS

4.1 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

4.1.1 Bosque La Flor. Fueron encontrados 304 individuos, distribuidos en 62 especies, correspondientes a 26 familias botánicas, la familia más abundante en términos de diversidad de especies fue Lauraceae con 9 especies, seguida de Piperaceae con 7 especies, la especie más abundante fue *Piper arboreum* Aubl., con 38 individuos, que representaron el 12,5% de la comunidad muestreada (Tabla 1).

Tabla 1. Composición florística del bosque La Flor.

Familia	Especie	Aba	Aba %
Acanthaceae	<i>Aphelandra glabrata</i> Willd. ex Nees	1	0.33
Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i> (Bonpl.) Nees	4	1.32
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	10	3.29
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	10	3.29
Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	1	0.33
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana grandiflora</i> Jacq.	10	3.29
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia maxima</i> L.	1	0.33
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	7	2.3
Euphorbiaceae	<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	2	0.66
Fabaceae	<i>Inga</i> Sp. 1	2	0.66
Fabaceae	<i>Inga</i> Sp.2	1	0.33
Fabaceae	<i>Mucuna</i> Sp.	1	0.33
Fabaceae	<i>Ormosia colombiana</i> Rudd	6	1.97
Fabaceae	<i>Piptadenia</i> Sp.	6	1.97
Fabaceae	<i>Senna</i> Sp.	2	0.66
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana & Planch.	4	1.32
Lacistemataceae	<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J. Bergius) Rusby	11	3.62

Familia	Especie	Aba	Aba %
Lauraceae	<i>Cinnamomum</i> sp.	1	0.33
Lauraceae	<i>Cinnamomum triplinerve</i> (Ruiz & Pav.) Kosterm.	4	1.32
Lauraceae	<i>Nectandra globosa</i> (Aubl.) Mez	1	0.33
Lauraceae	<i>Nectandra lineata</i> (Kunth) Rohwer	3	0.99
Lauraceae	<i>Nectandra longifolia</i> (Ruiz & Pav.) Nees	3	0.99
Lauraceae	<i>Nectandra</i> Sp.	2	0.66
Lauraceae	<i>Ocotea</i> Sp.1	1	0.33
Lauraceae	<i>Ocotea</i> Sp.2	1	0.33
Lauraceae	<i>Persea caerulea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	1	0.33
Malvaceae	<i>Theobroma cacao</i> L.	4	1.32
Melastomataceae	<i>Clidemia octona</i> (Bonpl.) L.O. Williams	1	0.33
Melastomataceae	<i>Miconia</i> Sp.	19	6.25
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	6	1.97
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	1	0.33
Moraceae	<i>Ficus dendrocyda</i> Kunth	1	0.33
Moraceae	<i>Ficus tonduzii</i> Standl.	3	0.99
Moraceae	<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.	2	0.66
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> Sp.1	2	0.66
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> Sp.2	1	0.33
Myrtaceae	<i>Myrcia</i> Sp.	7	2.3
Myrtaceae	<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron.	9	2.96
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	5	1.64
Nyctaginaceae	<i>Guapira costaricana</i> (Standl.) Woodson	10	3.29
Piperaceae	<i>Piper aequale</i> Vahl	2	0.66
Piperaceae	<i>Piper arboreum</i> Aubl.	38	12.5
Piperaceae	<i>Piper crassinervium</i> Kunth	1	0.33
Piperaceae	<i>Piper eriopodon</i> (Miq.) C. DC.	1	0.33
Piperaceae	<i>Piper glanduligerum</i> C. DC.	1	0.33

Familia	Especie	Aba	Aba %
Piperaceae	<i>Piper grande</i> Vahl	3	0.99
Piperaceae	<i>Piper</i> Sp.	1	0.33
Polygonaceae	<i>Coccoloba caracasana</i> Meisn.	23	7.57
Rubiaceae	<i>Coffea arabica</i> L.	14	4.61
Rubiaceae	<i>Faramea multiflora</i> A. Rich. ex DC.	2	0.66
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	1	0.33
Rubiaceae	<i>Palicourea</i> Sp.	8	2.63
Rutaceae	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	1	0.33
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	2	0.66
Salicaceae	<i>Homalium racemosum</i> Jacq.	1	0.33
Sapindaceae	<i>Cupania latifolia</i> Kunth	4	1.32
Siparunaceae	<i>Mollinedia</i> Sp.	1	0.33
Siparunaceae	<i>Siparuna laurifolia</i> (Kunth) A. DC.	1	0.33
Solanaceae	<i>Solanum calidum</i> Bohs	1	0.33
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i> L.	2	0.66
Urticaceae	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.	5	1.64
Urticaceae	<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	24	7.89
TOTALES		304	100

Fuente: Autores.

4.1.2 Bosque La Zorra. Se encontraron 1282 individuos, pertenecientes a 60 especies, distribuidas en 35 familias botánicas, las especies más representativas, fueron *Rinorea ulmifolia* Kuntze con 164 individuos y *Cupania* aff. *diphylla* Vahl con 116 individuos, estas representaron el 12,79 % y 9,04 % de la población respectivamente. En términos de diversidad de especies las familias más abundantes, fueron Fabaceae con 10 especies y Erythroxylaceae con 4 especies (Tabla 2).

Tabla 2. Composición florística del bosque La Zorra.

Familia	Especie	Aba	
		Aba	%
Acanthaceae	<i>Aphelandra attenuata</i> Klotzsch	21	1.64
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	2	0.16
Annonaceae	<i>Oxandra panamensis</i> RE Fr.	10	0.78
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) S.F. Blake ex Pittier	2	0.16
Apocynaceae	<i>Prestonia</i> sp.	13	1.01
Apocynaceae	<i>Stemmadenia grandiflora</i> (Jacq.) Miers	7	0.55
Arecaceae	<i>Bactris pilosa</i> H. Karst.	39	3.04
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia maxima</i> L.	1	0.08
Bignoniaceae	<i>Callichlamys latifolia</i> (Rich.) K. Schum.	7	0.55
Bignoniaceae	<i>Jacaranda caucana</i> subsp. <i>Caucana</i> Pittier	6	0.47
Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i> L.	49	3.82
Clusiaceae	<i>Clusia lineata</i> (Benth.) Planch. & Triana	33	2.57
Clusiaceae	<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) Hammel	4	0.31
Clusiaceae	<i>Tovomita</i> sp.	6	0.47
Dichapetalaceae	<i>Dichapetalum bernalii</i> Prance	17	1.33
Dilleniaceae	<i>Davilla nitida</i> (Vahl) Kubitzki	85	6.63
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum amazonicum</i> Peyr.	2	0.16
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum citrifolium</i> A. St.-Hil.	3	0.23
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum hondense</i> Kunth	3	0.23
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum macrophyllum</i> Cav.	9	0.7
Euphorbiaceae	<i>Croton dolichostachyus</i> Pittier	6	0.47
Fabaceae	<i>Brownea grandiceps</i> Jacq.	39	3.04
	<i>Calliandra coriacea</i> (Humb. Y Bonpl. Ex Willd.)		
Fabaceae	Benth.	3	0.23
Fabaceae	<i>Calliandra magdalenae</i> (Bertero ex DC.) Benth.	5	0.39
Fabaceae	<i>Inga sapindoides</i> Willd.	2	0.16

Familia	Especie	Aba	
		Aba	%
Fabaceae	<i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth	33	2.57
Fabaceae	<i>Machaerium acuminatum</i> Kunth	29	2.26
Fabaceae	<i>Ormosia colombiana</i> Rudd	2	0.16
Fabaceae	<i>Pterocarpus</i> sp.	16	1.25
Fabaceae	<i>Swartzia robiniifolia</i> Willd. ex Vogel	46	3.59
Fabaceae	<i>Swartzia simplex</i> (Sw.) Spreng.	41	3.2
Hypericaceae	<i>Vismia baccifera</i> (L.) Triana y Planch.	2	0.16
Lauraceae	<i>Nectandra globosa</i> (Aubl.) Mez	34	2.65
Lauraceae	<i>Nectandra turbacensis</i> (Kunth) Nees	64	4.99
Lecythidaceae	<i>Gustavia verticillata</i> Miers	33	2.57
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis cornifolia</i> (Kunth) CB Rob.	53	4.13
Malpighiaceae	<i>Hiraea ternifolia</i> (Kunth) A. Juss.	13	1.01
Malvaceae	<i>Pseudobombax septenatum</i> (Jacq.) Dugand	3	0.23
Melastomataceae			
e	<i>Miconia spicellata</i> Bonpl. ex Naudin	13	1.01
Menispermaceae	<i>Abuta racemosa</i> (Thunb.) Triana y Planch.	3	0.23
Moraceae	<i>Sorocea sprucei</i> (Baill.) JF Macbr.	11	0.86
Myrtaceae	<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	35	2.73
Myrtaceae	<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron.	19	1.48
Passifloraceae	<i>Passiflora mariquitensis</i> Mutis ex L. Uribe	3	0.23
Peraceae	<i>Pera arborea</i> Mutis	1	0.08
Polygonaceae	<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	4	0.31
Primulaceae	<i>Ardisia foetida</i> Willd. ex Roem. Y Schult.	38	2.96
Rubiaceae	<i>Chomelia tenuiflora</i> Benth.	13	1.01
Rubiaceae	<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.	35	2.73
Rubiaceae	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	5	0.39
Rutaceae	<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.	2	0.16

Familia	Especie	Aba	
		Aba	%
Salicaceae	<i>Banara</i> sp.	5	0.39
Salicaceae	<i>Casearia praecox</i> Griseb.	5	0.39
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	8	0.62
Sapindaceae	<i>Cupania</i> aff. <i>diphylla</i> Vahl	116	9.05
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum argenteum</i> Jacq.	3	0.23
Sapotaceae	<i>Pouteria glomerata</i> (Miq.) Radlk.	46	3.59
Ulmaceae	<i>Ampelocera</i> sp.	4	0.31
Verbenaceae	<i>Petrea volubilis</i> L.	6	0.47
Violaceae	<i>Rinorea ulmifolia</i> Kuntze	164	12.79
		128	100
TOTALES		2	

Fuente: Autores.

4.1.3 Bosque El Neme. Fueron encontrados 791 individuos que representaron 21 especies, distribuidas en 12 Familias botánicas, las familias más diversas en términos de abundancia de especies fueron Fabaceae y Rutaceae, con 4 especies cada una, las especies más abundantes fueron *Platymiscium hebestachyum* Benth., con 378 individuos que representaron un 47,78% de la población, seguido de la especie *Astronium graveolens* Jacq., que fue representada por 155 individuos, siendo el 19,59% de la población muestreada (Tabla 3).

Tabla 3. Composición florística del bosque El Neme.

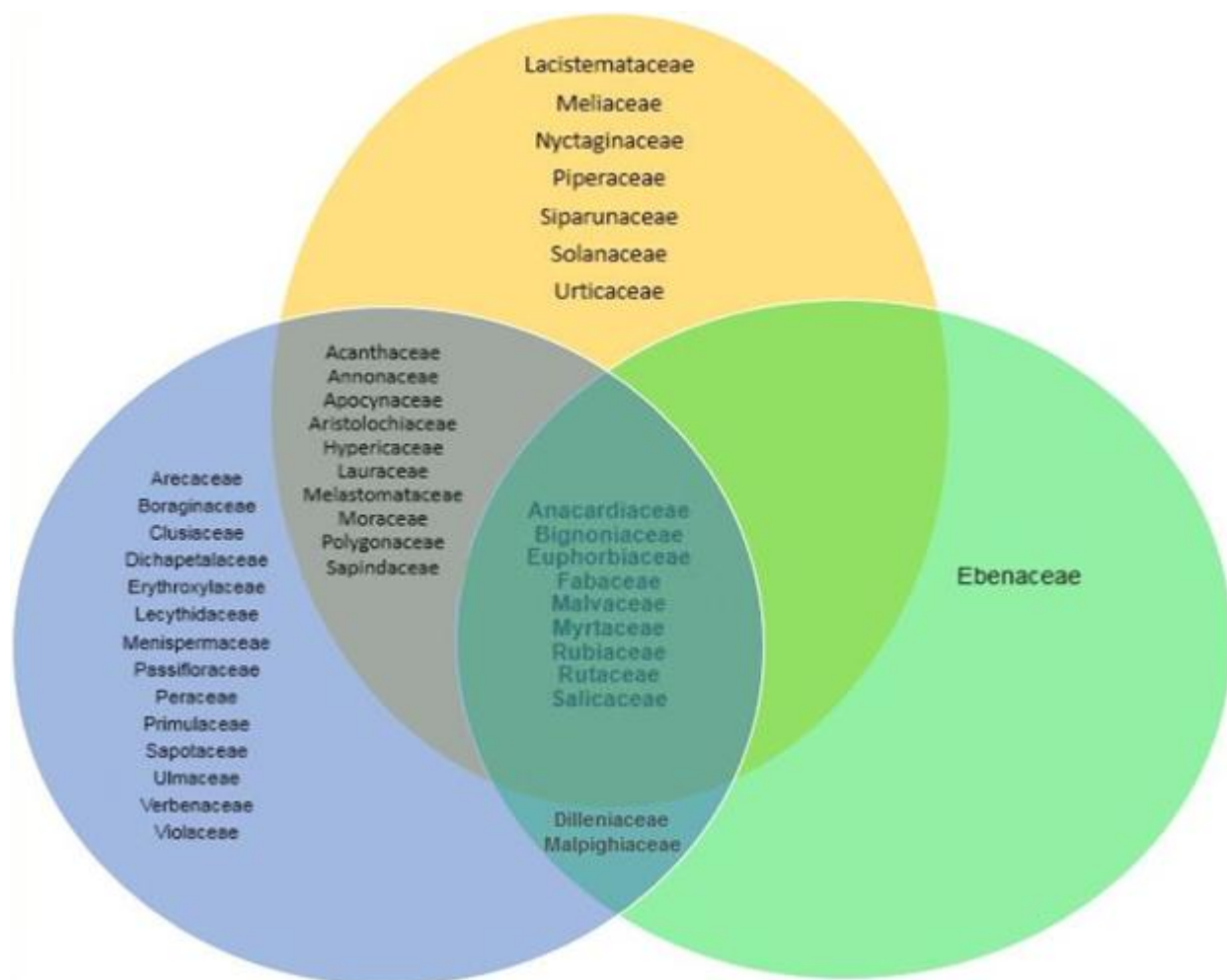
Familia	Especie	Aba	Aba %
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	155	19.6
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	1	0.13
Dilleniaceae	<i>Davilla nitida</i> (Vahl) Kubitzki	4	0.51
Ebenaceae	<i>Diospyros</i> sp.	1	0.13
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur	12	1.52

Familia	Especie	Aba	Aba %
Euphorbiaceae	<i>Croton dolichostachyus</i> Pittier	9	1.14
Fabaceae	<i>Machaerium capote</i> Triana ex Dugand	15	1.9
Fabaceae	<i>Machaerium goudoti</i> Benth.	25	3.16
Fabaceae	<i>Platymiscium hebestachyum</i> Benth.	378	47.79
Fabaceae	<i>Swartzia trianae</i> Benth.	14	1.77
Malpighiaceae	<i>Bunchosia pseudonitida</i> Cuatrec.	1	0.13
Malpighiaceae	Malpighiaceae sp.	2	0.25
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	1	0.13
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.	10	1.26
Rubiaceae	<i>Coutarea hexandra</i> (Jacq.) K. Schum.	81	10.24
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i> L.	11	1.39
Rutaceae	<i>Amyris pinnata</i> Kunth	2	0.25
Rutaceae	<i>Zanthoxylum caribaeum</i> Lam.	4	0.51
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.	21	2.65
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rigidum</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	14	1.77
Salicaceae	<i>Casearia corymbosa</i> Kunth	30	3.79
TOTALES		791	100

Fuente: Autores.

Se encontró un total de 43 familias botánicas para los tres sitios muestreados, de las cuales, 22 familias fueron particulares de alguno de los tres sitios (7 para La Flor, 14 para La Zorra y 1 para El Neme), 12 correspondieron a dos de los tres muestreos (10 para La Flor y La Zorra, 2 para La Zorra y El Neme) y 9 fueron encontradas en los tres bosques muestreados.(Anacardiaceae, Bignoniaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Malvaceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Rutaceae y Salicaceae); En la Figura 7, el color amarillo representa el bosque La Flor, Azul La Zorra y verde El Neme, con sus respectivas intersecciones.

Figura 7. Distribución de las familias botánicas particulares por bosque y en común.



Fuente: Autores.

Se registraron un total de 97 géneros para los tres sitios, los géneros comunes fueron *Astronium*, *Eugenia* y *Zanthoxylum*, encontrándose en los tres puntos de muestreo, además fueron encontrados 13 géneros en común para dos de los tres sitios (7 para La Flor y La Zorra, 5 para La Zorra y El Neme y 1 para La Flor y El Neme), los 81 géneros restantes solo se encontraron en una de las tres unidades de muestreo (34 para La Flor, 38 para La Zorra y 9 para El Neme); Se encontraron 132 especies para la totalidad de los muestreos, solo la especie *Astronium graveolens* Jacq. Apareció en los tres sitios, presentando diferentes abundancias para cada uno de los bosques muestreados, además, se encontraron otras 9 especies las cuales registraron en dos de los tres bosques, siendo los bosques La Flor y La Zorra los que compartieron un mayor número

de especies con 5 especies compartidas, los bosques La Zorra y El Neme compartieron 3 especies y los bosques LA Flor y El Neme compartieron solo 1 especie.

4.2 ESTRUCTURA HORIZONTAL

Tabla 4. Valores de IVI para las especies del bosque La Flor.

N°	Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Ab _a	Ab%	Fr _a	Fr%	D _a	D%	
1	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	7	2.30	7	3.55	3.41	50.64	56.50
2	<i>Piper arboreum</i>	38	12.50	13	6.60	0.13	1.91	21.01
3	<i>Urera caracasana</i>	24	7.89	12	6.09	0.46	6.78	20.76
4	<i>Ficus dendrocida</i>	1	0.33	1	0.51	0.99	14.61	15.45
5	<i>Coccoloba caracasana</i>	23	7.57	12	6.09	0.08	1.24	14.89
6	<i>Miconia</i> Sp. 1	19	6.25	7	3.55	0.03	0.39	10.19
7	<i>Coffea arabica</i>	14	4.61	7	3.55	0.02	0.26	8.42
8	<i>Myrcia popayanensis</i>	9	2.96	8	4.06	0.08	1.24	8.26
9	<i>Tapirira guianensis</i>	10	3.29	6	3.05	0.11	1.62	7.96
10	<i>Lacistema aggregatum</i>	11	3.62	8	4.06	0.01	0.16	7.84
11	<i>Astronium graveolens</i>	10	3.29	7	3.55	0.02	0.24	7.09
12	<i>Guapira costaricana</i>	10	3.29	6	3.05	0.04	0.55	6.88
13	<i>Palicourea</i> Sp. 1	8	2.63	7	3.55	0.02	0.33	6.52
14	<i>Vismia baccifera</i>	4	1.32	4	2.03	0.20	2.98	6.33
15	<i>Tabernaemontana grandiflora</i>	10	3.29	4	2.03	0.03	0.42	5.74
16	<i>Myrcia</i> Sp. 3	7	2.30	5	2.54	0.01	0.21	5.05
17	<i>Trichanthera gigantea</i>	4	1.32	4	2.03	0.07	1.10	4.44
18	<i>Guarea guidonia</i>	6	1.97	4	2.03	0.02	0.25	4.26
19	<i>Piptadenia</i> Sp. 1	6	1.97	4	2.03	0.02	0.24	4.25
20	<i>Ormosia colombiana</i>	6	1.97	4	2.03	0.01	0.08	4.09
21	Especies raras	77	25.33	67	34.01	0.99	14.72	74.06

N°	Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Ab _a	Ab%	Fr _a	Fr%	D _a	D%	
	TOTALES	304	100	197	100	6.74	100	300

Fuente: Autores.

Para el bosque la Flor, según la Tabla 4, se encontró que la especie *Handroanthus chrysanthus* (Jacq.) S.O. Grose fue la especie de mayor peso ecológico, no obstante, al analizar la abundancia, frecuencia y dominancia correspondientes a *H. chrysanthus*, se encontró un registro de solo 7 individuos dentro de las 0,25 Has de muestreo, sin embargo, estos 7 individuos fueron encontrados en 7 sub parcelas diferentes, lo que significa que fue una especie de un alta frecuencia, el mayor componente para su alto peso ecológico fue la dominancia, con un total de 3,41 m² para la suma de estos siete individuos, representando el 50,6% del área basal total de la comunidad muestreada, al comparar el peso ecológico de esta especie con las demás especies encontradas dentro de la unidad de muestreo, sugiere un caso de remanencia relacionada con la vocación agrícola que alguna vez tuvieron estos suelos y el periodo de recuperación de este bosque (17 años), además, estos individuos, fueron también los arboles de mayor porte encontrados, ubicándose como emergentes en relación del dosel del bosque. Se evidenció un caso similar para la especie *Ficus dendrocida* Kunth, que fue la cuarta especie de mayor peso ecológico, habiéndose encontrado solo 1 individuo en la unidad de muestreo, aunque de un gran porte con un área basal que represento el 14,61% de la comunidad muestreada.

Tabla 5. Valores de IVI para las especies del bosque La Zorra.

N°	Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Ab _a	Ab%	Fr _a	Fr%	D _a	D%	
1	<i>Cordia gerascanthus</i>	49	3.82	0.72	3.96	1.63	34.51	42.29
2	<i>Rinorea ulmifolia</i>	164	12.79	0.76	4.18	0.06	1.31	18.28
3	<i>Pouteria glomerata</i>	46	3.59	0.64	3.52	0.39	8.17	15.27
4	<i>Cupania aff. diphylla</i>	116	9.05	0.72	3.96	0.10	2.09	15.09
5	<i>Swartzia robiniifolia</i>	46	3.59	0.76	4.18	0.27	5.64	13.40

N°	Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Ab _a	Ab%	Fr _a	Fr%	D _a	D%	
6	<i>Nectandra turbacensis</i>	64	4.99	0.68	3.74	0.18	3.85	12.58
7	<i>Davilla nítida</i>	85	6.63	0.84	4.62	0.03	0.64	11.88
8	<i>Swartzia simplex</i>	41	3.20	0.80	4.40	0.08	1.68	9.28
9	<i>Banisteriopsis cornifolia</i>	53	4.13	0.76	4.18	0.04	0.89	9.20
10	<i>Posoqueria latifolia</i>	35	2.73	0.56	3.08	0.13	2.83	8.64
11	<i>Clusia lineata</i>	33	2.57	0.52	2.86	0.14	3.07	8.50
12	<i>Eugenia biflora</i>	35	2.73	0.68	3.74	0.09	1.83	8.30
13	<i>Brownea grandiceps</i>	39	3.04	0.52	2.86	0.10	2.21	8.11
14	<i>Nectandra globosa</i>	34	2.65	0.52	2.86	0.10	2.13	7.64
15	<i>Gustavia verticillata</i>	33	2.57	0.52	2.86	0.07	1.47	6.90
16	<i>Ardisia foetida</i>	38	2.96	0.48	2.64	0.03	0.72	6.32
17	<i>Lonchocarpus sericeus</i>	33	2.57	0.36	1.98	0.08	1.61	6.16
18	<i>Machaerium acuminatum</i>	29	2.26	0.56	3.08	0.04	0.74	6.08
19	<i>Calliandra magdalenae</i>	5	0.39	0.16	0.88	0.19	4.03	5.29
20	<i>Bactris pilosa</i>	39	3.04	0.28	1.54	0.03	0.71	5.29
21	Especies raras	265	20.67	6.36	34.95	0.94	19.87	75.49
TOTALES		1282	100	18.2	100	4.72	100	300

Fuente: Autores.

Para el caso del bosque La Zorra, según la Tabla 5, se encontró un contraste marcado en las 4 especies de mayor peso ecológico, siendo *Cordia gerascanthus* L. la especie de mayor valor, esto con una abundancia absoluta de 49 individuos que representó el 3,88% de la población, fue registrada en 18 sub parcelas de 25, para una frecuencia alta, además, la mayor dominancia en relación a las demás especies de la unidad de muestreo, con 1,6 m² de área basal, correspondiente a un 34,51% de la dominancia total; Caso contrario a la especie *Rinorea ulmifolia* Kuntze, cuya dominancia absoluta fue de 164 individuos, que representó el 12,7% de la población, se encontró en 19 parcelas de las 25 posibles, lo cual indica una alta frecuencia y que además ocupa ampliamente el sotobosque, coincide con *C. gerascanthus* en la frecuencia pero esta ocupa el dosel, una

dominancia de 0,06 m², correspondiente a 1,3% de la dominancia total de la población. El contraste se evidencio igual para *Pouteria glomerata* (Miq.) Radlk. y *Cupania* aff. *diphylla* Vahl, con una abundancia absoluta de 46 y 116 individuos que representó 3,5 % y 9,05 % de la población respectivamente, las frecuencias fueron igualmente altas con 16 y 22 sub parcelas de 25 posibles y dominancias que representaron el 0,3 y 0,09 % de la unidad de muestreo respectivamente.

Tabla 6. Valores de IVI para las especies del bosque El Neme.

N°	Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Ab _a	Ab%	Fr _a	Fr%	D _a	D%	
1	<i>Platymiscium hebestachyum</i>	378	47.79	1.00	16.03	2.08	54.62	118.44
2	<i>Astronium graveolens</i>	155	19.60	0.92	14.74	0.65	17.10	51.44
3	<i>Coutarea hexandra</i>	81	10.24	0.76	12.18	0.35	9.17	31.59
4	<i>Casearia corymbosa</i>	30	3.79	0.64	10.26	0.04	1.08	15.12
5	<i>Machaerium goudoti</i>	25	3.16	0.40	6.41	0.17	4.34	13.91
6	<i>Machaerium capote</i>	15	1.90	0.28	4.49	0.20	5.35	11.74
7	<i>Zanthoxylum fagara</i>	21	2.65	0.24	3.85	0.09	2.48	8.98
8	<i>Zanthoxylum rigidum</i>	14	1.77	0.28	4.49	0.05	1.37	7.62
9	<i>Eugenia uniflora</i>	10	1.26	0.28	4.49	0.03	0.91	6.66
10	<i>Swartzia trianae</i>	14	1.77	0.24	3.85	0.03	0.75	6.36
11	<i>Randia aculeata</i>	11	1.39	0.28	4.49	0.01	0.39	6.26
12	<i>Croton dolichostachyus</i>	9	1.14	0.28	4.49	0.00	0.03	5.66
13	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	4	0.51	0.12	1.92	0.06	1.67	4.10
14	<i>Cnidoscolus urens</i>	12	1.52	0.12	1.92	0.01	0.22	3.66
15	<i>Davilla nítida</i>	4	0.51	0.16	2.56	0.00	0.08	3.15
16	<i>Amyris pinnata</i>	2	0.25	0.04	0.64	0.00	0.07	0.96
17	<i>Malpighiaceae sp.</i>	2	0.25	0.04	0.64	0.00	0.05	0.95
18	<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	0.13	0.04	0.64	0.00	0.12	0.89
19	<i>Diospyros sp.</i>	1	0.13	0.04	0.64	0.00	0.12	0.88
20	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	1	0.13	0.04	0.64	0.00	0.10	0.87

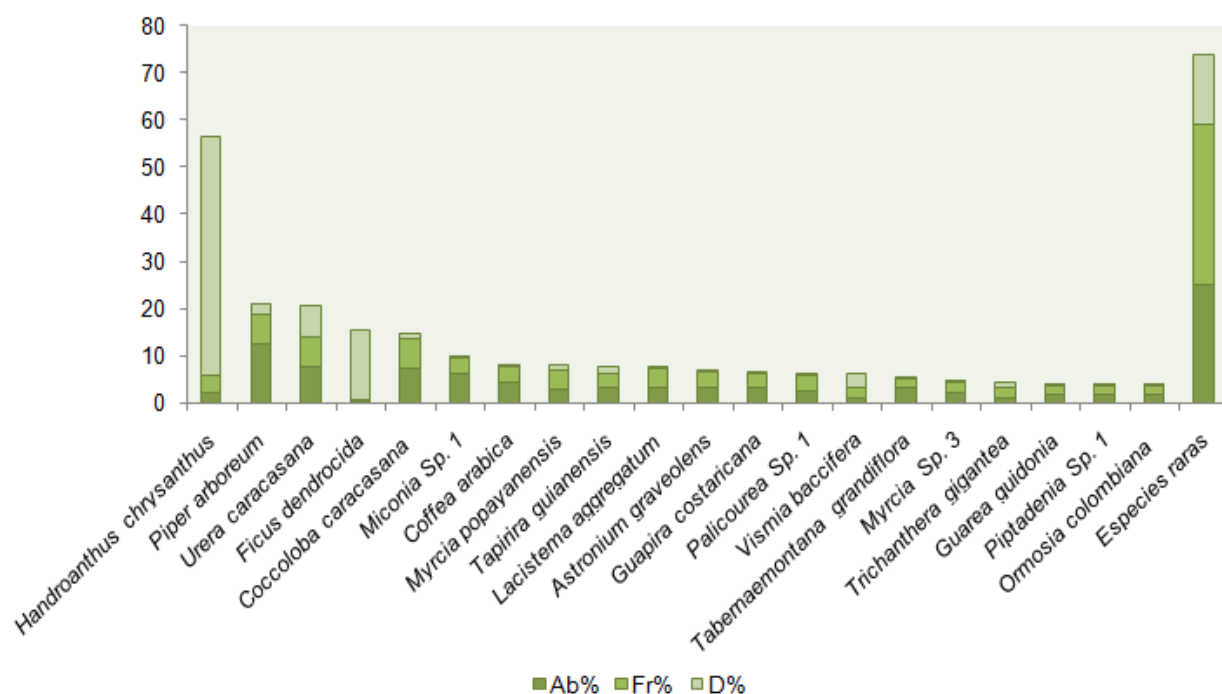
N°	Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Ab _a	Ab%	Fr _a	Fr%	D _a	D%	
21	<i>Bunchosia pseudonitida</i>	1	0.13	0.04	0.64	0.00	0.00	0.77
TOTALES		791	100	6.24	100	3.81	100	300

Fuente: Autores.

El bosque el Neme, según la Tabla 6, presentó un ecosistema más simple en relación a La Flor y La Zorra, la especie de mayor peso ecológico encontrada para este sitio fue *Platymiscium hebestachyum* Benth., fue representada por 378 individuos que significaron el 47,7% del total de la población muestreada, fue la única especie encontrada en 25 parcelas de las 25 posibles, lo que la hace la especie más frecuente, además, una dominancia de 2,08 m² que representó el 54,6% del total de la muestra.

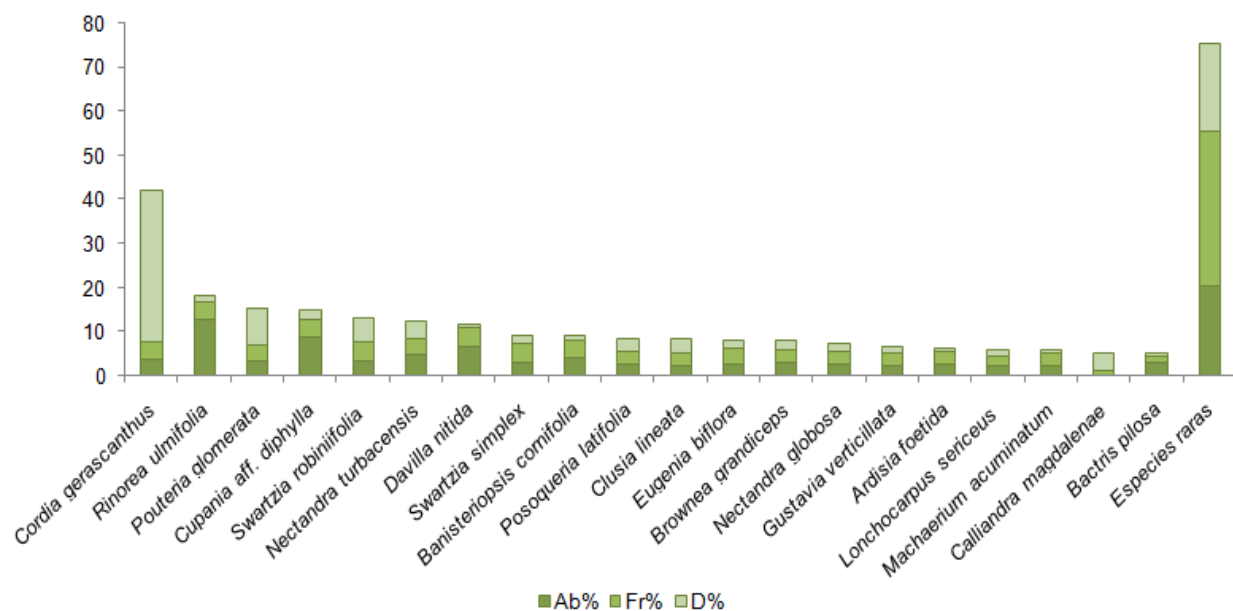
Las Figuras 8, 9 y 10 muestran de manera gráfica los resultados obtenidos para el IVI de los bosques evaluados.

Figura 8. Valores de IVI expresados en porcentaje del bosque La Flor.



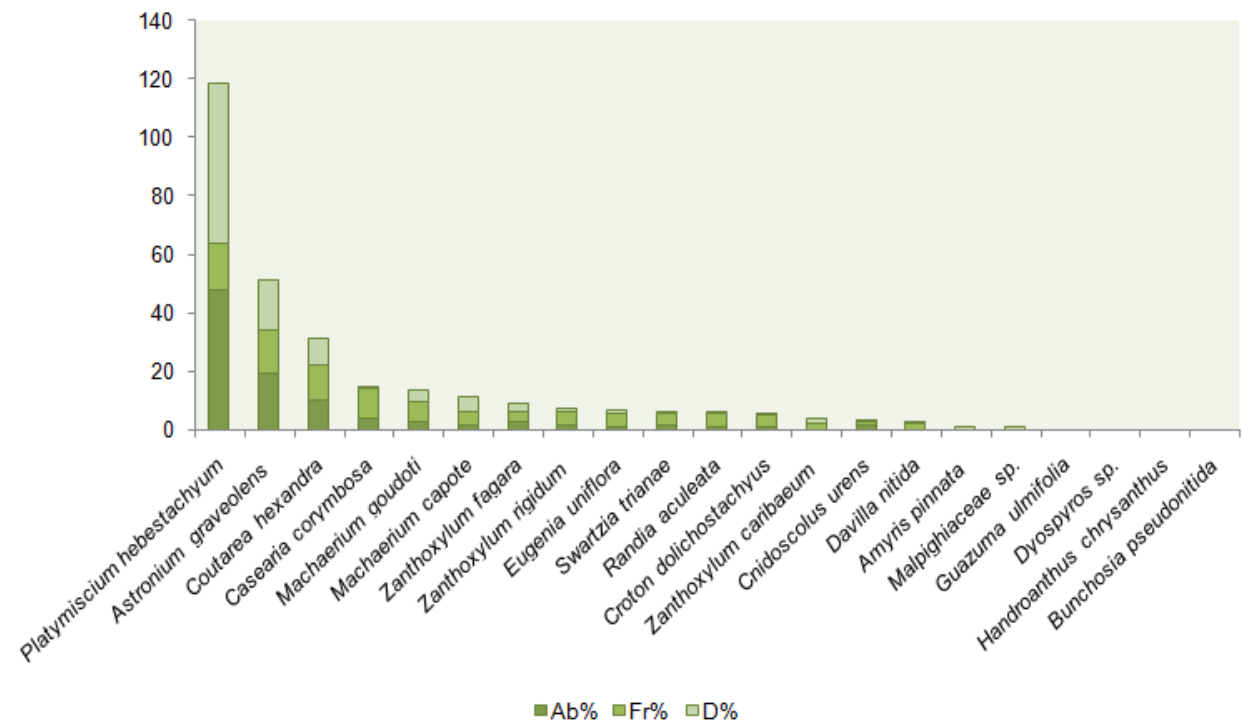
Fuente: Autores.

Figura 9. Valores de IVI expresados en porcentaje del bosque La Zorra.



Fuente: Autores.

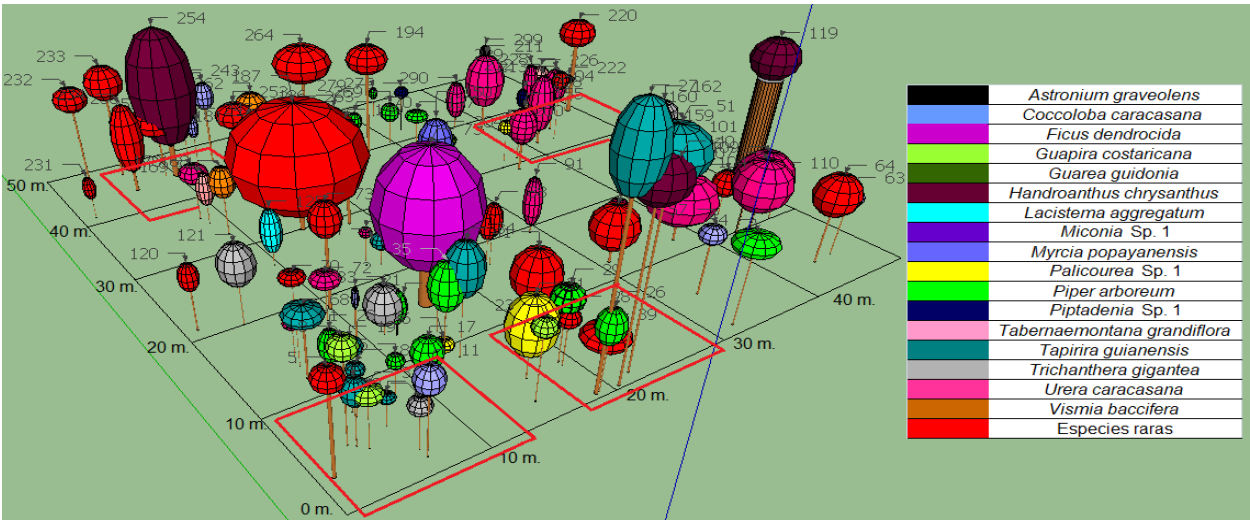
Figura 10. Valores de IVI expresados en porcentaje del bosque El Neme.



Fuente: Autores.

4.3 ESTRUCTURA VERTICAL

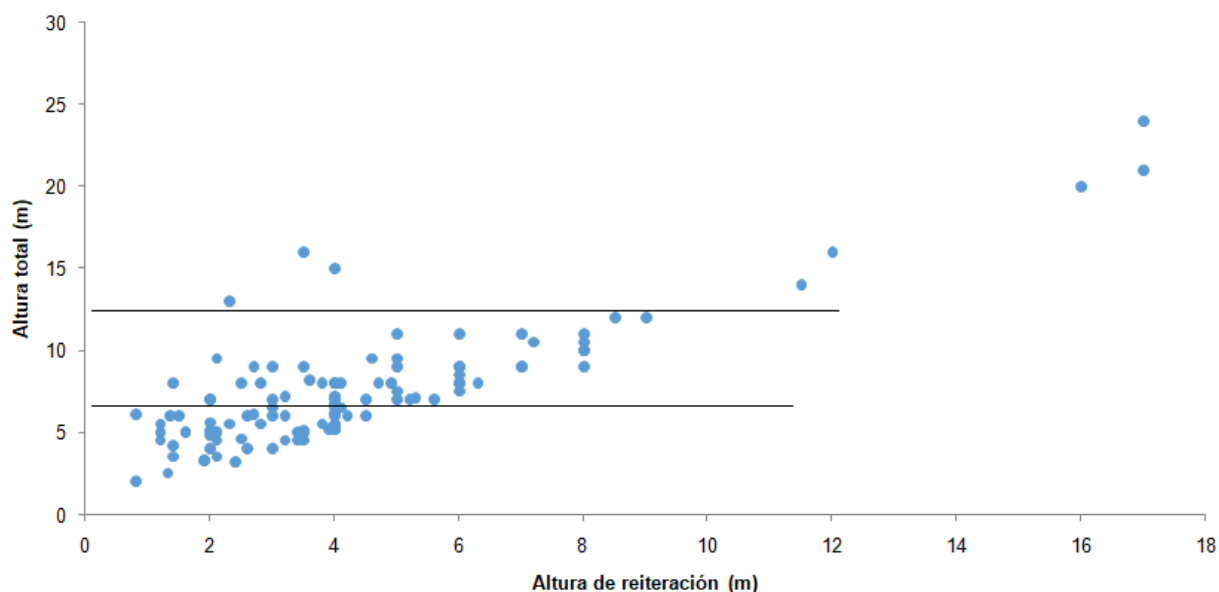
Figura 11. Diagrama de perfil del bosque La Flor.



Fuente: Autores.

La Figura 11, muestra el diagrama de perfil de la parcela ubicada en el bosque La Flor, en este, se observó la proporción superior del DN de un individuo de la especie *Handroanthus chrysanthus*, el cual se asoció a un caso de remanencia. Se diferenciaron zonas donde las copas de los individuos presentaron competencia, como las asociadas a los cuadrantes 1, 3, 20 y 21, también, la presencia de los individuos con las copas más dominantes del bosque. La dominancia de la proyección ortogonal de las copas en relación a la superficie del suelo fue baja en comparación a La Zorra y El Neme, además se identificaron diferentes claros claves para el desarrollo del bosque.

Figura 12. Diagrama de dispersión de copas del bosque La Flor.



Fuente: Autores.

La Figura 12, muestra el diagrama de dispersión de copas del bosque La Flor, donde se diferenciaron tres estratos, denominados Estrato bajo (Eb.), Estrato de dosel (Ed.) y Árboles emergentes (Ae.). El Eb., evidenció una mejor distribución, sin vacíos y mejor agrupación de las clases altimétricas en comparación a los Ed. y Ae. Para el Ed., se encontró una distribución de puntos de manera ascendente no mayor a los 12,5 m. de altura, para la distribución horizontal se presentaron espacios en la nube de puntos, que sugieren un virtual vacío de las copas, resultado de cambios marcados en la distribución de las HR que conforman este estrato. Los Ae., se representaron por tres grupos de

puntos aislados, ampliamente distanciados debido a diferencias marcadas en sus HR, no formaron un estrato propiamente dicho, sin embargo fueron los individuos más dominantes de la comunidad. Según la metodología propuesta, esta dispersión presentó una tendencia más o menos paralela al eje de las abscisas, lo que asemeja este ecosistema a una sucesión secundaria temprana con algunos árboles emergentes.

Tabla 7. Distribución del número de especies y sus abundancias por intervalo altitudinal del bosque La Flor.

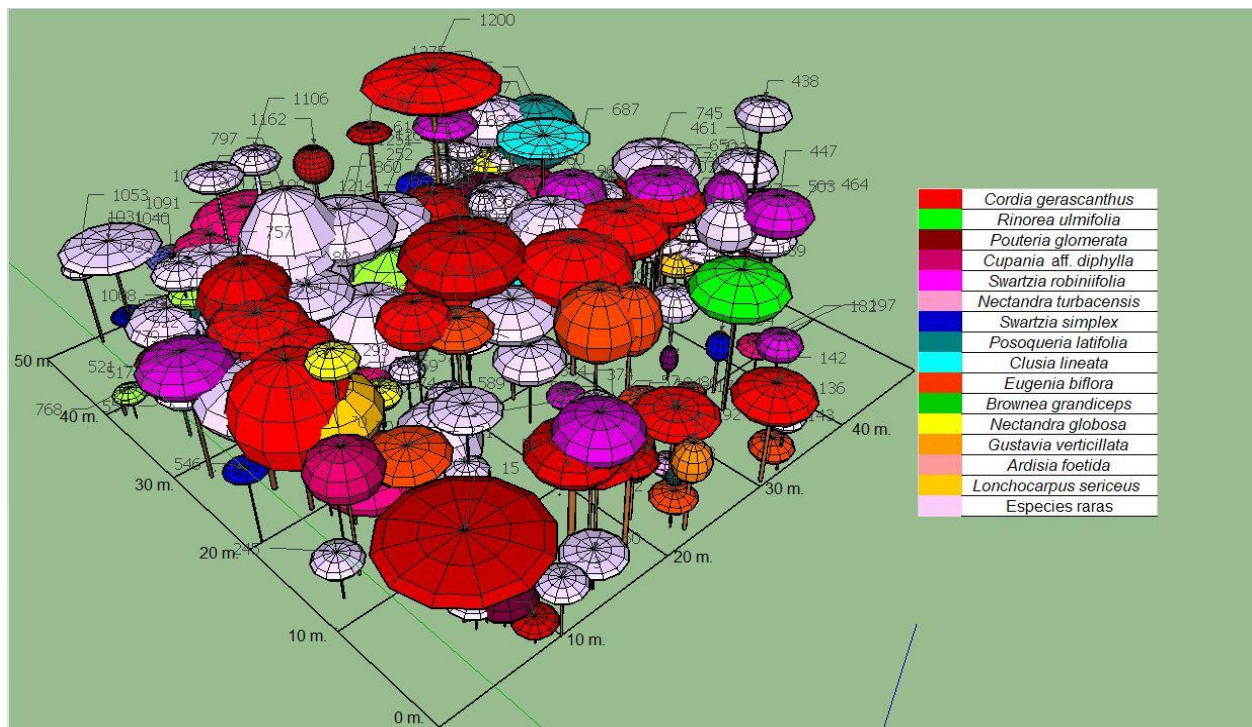
Estrato	No. Ind.	No. Sp.	Especies
1 (2m-6.7m)	52	22	<i>Alchornea latifolia</i> , <i>Astronium graveolens</i> , <i>Coccoloba caracasana</i> , <i>Cupania latifolia</i> , <i>Guapira costaricana</i> , <i>Guarea guidonia</i> , <i>Inga</i> sp, <i>Inga</i> Sp.2, <i>Lacistema aggregatum</i> , <i>Miconia</i> Sp.1, <i>Myrcia</i> sp, <i>Nectandra</i> Sp.1, <i>Palicourea</i> sp, <i>Piper arboreum</i> , <i>Piper eriopodon</i> , <i>Piptadenia</i> sp, <i>Tabernaemontana grandiflora</i> , <i>Tapirira guianensis</i> , <i>Theobroma cacao</i> , <i>Trichanthera gigantea</i> , <i>Urera caracasana</i> , <i>Vismia baccifera</i>
2 (7m-12m)	50	26	<i>Alchornea latifolia</i> , <i>Cecropia peltata</i> , <i>Coccoloba caracasana</i> , <i>Eugenia</i> Sp.2, <i>Ficus tonduzii</i> , <i>Guapira costaricana</i> , <i>Handroanthus chrysanthus</i> , <i>Inga</i> sp, <i>Mucuna</i> Sp.1, <i>Myrcia popayanensis</i> , <i>Myrcia splendens</i> , <i>Nectandra longifolia</i> , <i>Ocotea</i> Sp.1, <i>Palicourea</i> sp, <i>Persea caerulea</i> , <i>Piper arboreum</i> , <i>Piptadenia</i> sp, <i>Solanum calidum</i> , <i>Tapirira guianensis</i> , <i>Theobroma cacao</i> , <i>Trichanthera gigantea</i> , <i>Urera baccifera</i> , <i>Urera caracasana</i> , <i>Vismia baccifera</i> , <i>Xylopia aromatica</i> , <i>Zanthoxylum rhoifolium</i>
3 (13m-24m)	8	5	<i>Coccoloba caracasana</i> , <i>Ficus dendrocida</i> , <i>Handroanthus chrysanthus</i> , <i>Ocotea</i> Sp.2, <i>Tapirira guianensis</i>

Estrato	No. Ind.	No. Sp.	Especies
TOTAL	110	53	

Fuente: Autores.

La Tabla 7, mostró las especies, su distribución por piso sociológico y sus respectivas abundancias, permitiendo analizar la ubicación de especies por estratos para el momento del muestreo. Se evidenció que del total de las especies encontradas, al menos dos especies se distribuyeron entre los tres estratos (*Tapirira guianensis* y *Coccoloba caracasana*) y al menos tres especies en los dos estratos (*Piper arboreum*, *Vismia baccifera* y *Teobroma cacao*), respecto a *T. cacao*, Cárdenas (2014), considera que está especie puede coadyuvar en el crecimiento de la vegetación nativa, al facilitar el desarrollo de las dinámicas de la sucesión natural temprana.

Figura 13. Diagrama de perfil del bosque la Zorra.

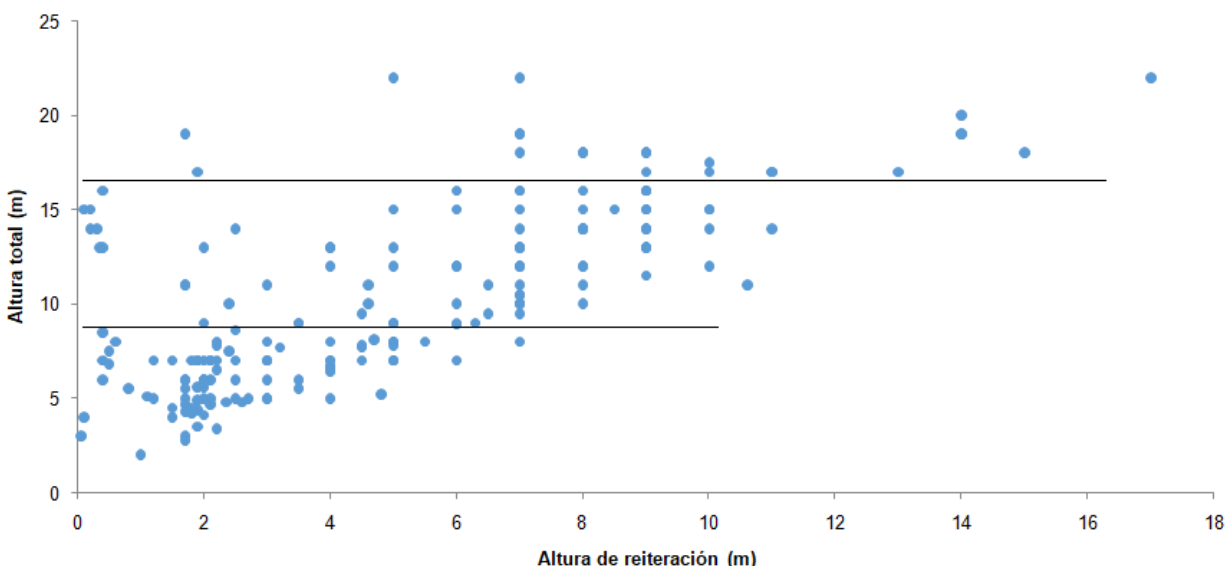


Fuente: Autores.

La Figura 13, muestra el diagrama de perfil de la parcela ubicada en el bosque La Zorra, se observó una estructura vertical mucho más compleja en relación a La Flor y El Neme, donde se pudo contemplar la gran variabilidad de especies distribuidas

heterogéneamente sobre la superficie de muestreo, con amplia distribución altitudinal, alta densidad y marcada intercepción de copas, también, La dominancia de la proyección ortogonal de las copas en relación a la superficie del suelo fue alta en comparación a La Flor y más equilibrada al compararse con El Neme, se evidenciaron pocos claros. Todas estas características apuntaron a entenderlo como el ecosistema más maduro en lo que concierne a este estudio.

Figura 14. Diagrama de dispersión de copas del bosque La Zorra.



Fuente: Autores.

La Figura 14, muestra el diagrama de dispersión de copas del Bosque La Zorra, constituido por tres estratos, Estrato bajo, (Eb.), Estrato de dosel (Ed.), y Estrato superior (Es.). Se encontró para el Eb., una mejor agrupación de puntos en relación a las clases altimétricas, presentando valores en altura no mayor a los 10 m. Para el Ed., se evidenciaron cambios marcados en la distribución de las HR, además de una distribución altimétrica más homogénea no mayor a los 16 m., en donde solo especies aptas podrán emerger y estabilizarse en zonas más altas. Para el Es., se evidencio un incremento mayor en los puntos de dispersión en relación a los bosques La Flor y El Neme, con presencia de árboles emergentes. Según la metodología propuesta, esta dispersión

presentó una tendencia más o menos similar a una cola de cometa, característica de ecosistemas boscosos más heterogéneos y maduros.

Tabla 8. Distribución del número de especies y sus abundancias por intervalo altitudinal del bosque La Zorra.

Estrato	No. Ind.	No. Sp.	Especies
1 (2m-9m)	109	34	<i>Ampelocera</i> sp, <i>Ardisia foetida</i> , <i>Bactris pilosa</i> , <i>Banisteriopsis</i> <i>cornifolia</i> , <i>Brownea</i> <i>grandiceps</i> , <i>Calliandra</i> <i>coriacea</i> , <i>Casearia</i> <i>sylvestris</i> , <i>Chomelia tenuiflora</i> , <i>Chrysophyllum</i> <i>argenteum</i> , <i>Cordia gerascanthus</i> , <i>Croton</i> <i>dolichostachyus</i> , <i>Cupania</i> aff. <i>diphylla</i> , <i>Erythroxylum amazonicum</i> , <i>Erythroxylum</i> <i>citrifolium</i> , <i>Erythroxylum hondense</i> , <i>Erythroxylum</i> <i>macrophyllum</i> , <i>Eugenia biflora</i> , <i>Gustavia</i> <i>verticillata</i> , <i>Inga sapindoides</i> , <i>Lonchocarpus</i> <i>sericeus</i> , <i>Machaerium acuminatum</i> , <i>Miconia</i> <i>spicellata</i> , <i>Myrcia popayanensis</i> , <i>Nectandra</i> <i>globosa</i> , <i>Oxandra</i> <i>panamensis</i> , <i>Petrea</i> <i>volubilis</i> , <i>Posoqueria latifolia</i> , <i>Pouteria glomerata</i> , <i>Pseudobombax septenatum</i> , <i>Pterocarpus</i> sp, <i>Sorocea sprucei</i> , <i>Swartzia robiniifolia</i> , <i>Swartzia</i> <i>simplex</i> , <i>Tovomita</i> sp

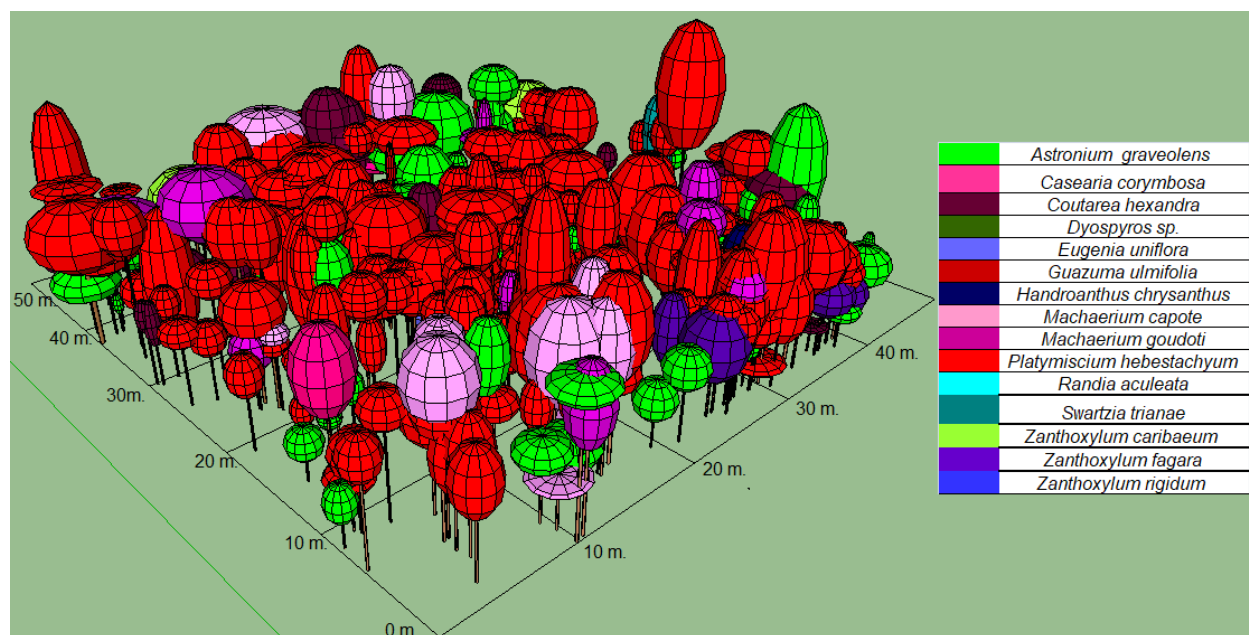
Estrato	No. Ind.	No. Sp.	Especies
2 (9.5m-15m)	71	27	<i>Ampelocera</i> sp, <i>Brownea grandiceps</i> , <i>Calliandra magdalenae</i> , <i>Chomelia tenuiflora</i> , <i>Chrysophyllum argenteum</i> , <i>Clusia lineata</i> , <i>Cordia gerascanthus</i> , <i>Croton dolichostachyus</i> , <i>Cupania</i> aff. <i>diphylla</i> , <i>Dichapetalum bernalii</i> , <i>Erythroxylum macrophyllum</i> , <i>Eugenia biflora</i> , <i>Gustavia verticillata</i> , <i>Lonchocarpus sericeus</i> , <i>Machaerium acuminatum</i> , <i>Miconia spicellata</i> , <i>Myrcia popayanensis</i> , <i>Nectandra globosa</i> , <i>Oxandra panamensis</i> , <i>Pera arborea</i> , <i>Petrea volubilis</i> , <i>Pouteria glomerata</i> , <i>Pseudobombax septenatum</i> , <i>Psychotria carthagenensis</i> , <i>Sorocea sprucei</i> , <i>Swartzia robiniifolia</i> , <i>Tovomita</i> sp
3 (16m-22m)	33	16	<i>Calliandra magdalenae</i> , <i>Chomelia tenuiflora</i> , <i>Clusia lineata</i> , <i>Cordia gerascanthus</i> , <i>Eugenia biflora</i> , <i>Jacaranda caucana</i> subsp. <i>Caucana</i> , <i>Lonchocarpus sericeus</i> , <i>Nectandra globosa</i> , <i>Nectandra turbacensis</i> , <i>Ormosia colombiana</i> , <i>Pouteria glomerata</i> , <i>Pterocarpus</i> sp, <i>Sorocea sprucei</i> , <i>Swartzia robiniifolia</i> , <i>Swartzia simplex</i>
TOTAL	213	50	

Fuente: Autores.

En la Tabla 8, se evidenciaron nueve especies las cuales se encontraron distribuidas altitudinalmente para los tres estratos: *Chomelia tenuiflora*, *Cordia gerascanthus*, *Eugenia biflora*, *Lonchocarpus sericeus*, *Nectandra globosa*, *Pouteria glomerata*, *Pterocarpus* sp, *Sorocea sprucei* y *Swartzia robiniifolia*. Para el caso de los Eb. y Ed., compartieron el mayor número de especies (24), se acuñan las especies anteriormente nombradas junto con: *Ampelocera* sp, *Brownea grandiceps*, *Calliandra magdalenae*, *Chrysophyllum argenteum*, *Croton dolichostachyus*, *Cupania* aff. *diphylla*, *Erythroxylum*

macrophyllum, *Gustavia verticillata*, *Machaerium acuminatum*, *Miconia spicellata*, *Myrcia popayanensis*, *Oxandra panamensis*, *Petrea volubilis*, *Pseudobombax septenatum*, *Tovomita* sp. Por último, el Es., compartió cuatro especies, dos para el Eb.: *Pterocarpus* sp, y *Swarzia simplex* y dos para el Ed.: *Calliandra magdalenae* y *Clusia lineata*.

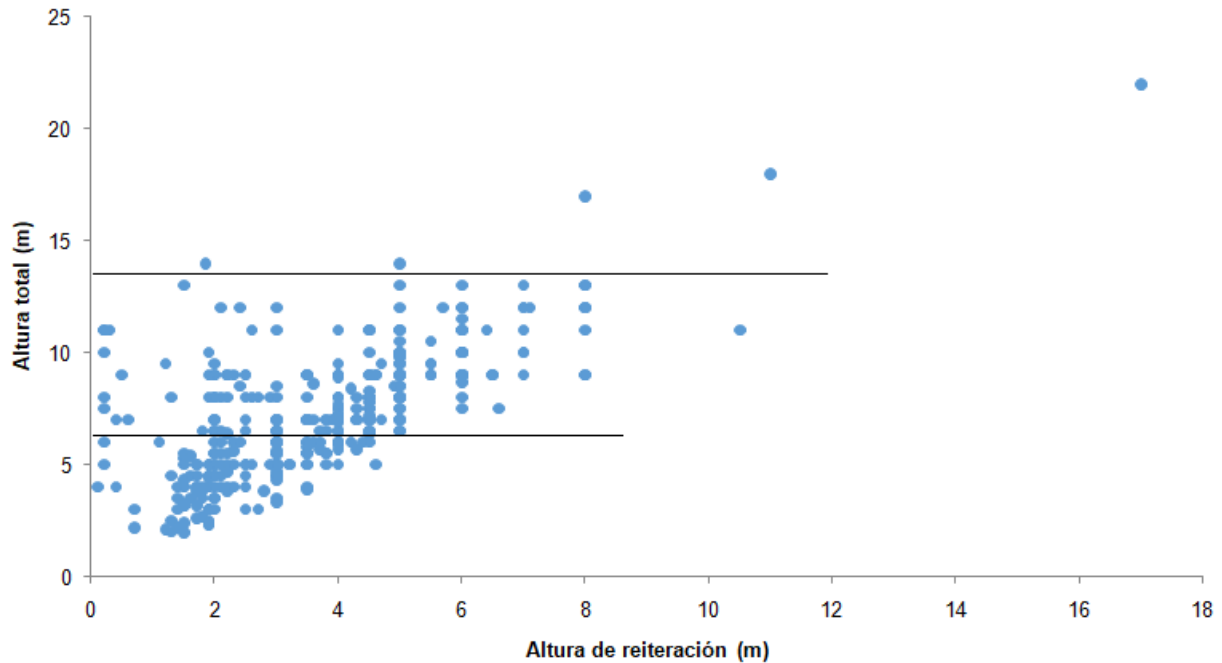
Figura 15. Diagrama de perfil del bosque El Neme.



Fuente: Autores.

La Figura 15, muestra el diagrama de perfil de la parcela ubicada en el bosque El Neme, se observó una estructura vertical más simple, siendo el bosque más denso en relación a La Flor y La Zorra, evidentemente dominado por la especie *Platymiscium hebestachyum*. La dominancia de la proyección ortogonal de las copas en relación a la superficie del suelo fue la más alta con ausencia de claros en comparación a los demás sitios, además, el resto de las especies se encontraron dispersadas, en respuesta a sus temperamentos de luz y a la competencia proporcionada por la especie *P. hebestachyum*.

Figura 16. Diagrama de dispersión de copas del bosque El Neme.



Fuente: Autores.

La Figura 16, muestra el diagrama de dispersión de copas del Bosque El Neme. Se encontró una estructura un poco simple, presentando una dispersión generalizada de puntos, sin vacíos o agrupaciones, indicando la carencia de estratos en el bosque. Sin embargo, se realizó la diferenciación de dos estratos (Eb. y Ed.) y la presencia de arboles emergentes (Ae.), el cual no es considerado propiamente como un estrato. Según la metodología propuesta, esta dispersión presentó una tendencia más o menos paralela al eje de las abscisas, lo que asemeja este ecosistema a una sucesión secundaria temprana.

Tabla 9. Distribución del número de especies y sus abundancias por intervalo altitudinal del bosque El Neme.

Estrato	No. Ind.	No. Sp.	Especies
1 (1.95m-6.5m)	182	14	<i>Astronium graveolens</i> , <i>Casearia corymbosa</i> , <i>Coutarea hexandra</i> , <i>Eugenia uniflora</i> , <i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Handroanthus</i> <i>chrysanthus</i> , <i>Machaerium capote</i> , <i>Machaerium goudoti</i> , <i>Platymiscium hebestachyum</i> , <i>Randia aculeata</i> , <i>Swartzia trianae</i> , <i>Zanthoxylum caribaeum</i> , <i>Zanthoxylum fagara</i> , <i>Zanthoxylum rigidum</i>
2 (6.9m-13m)	230	11	<i>Astronium graveolens</i> , <i>Casearia corymbosa</i> , <i>Coutarea hexandra</i> , <i>Diospyros</i> sp, <i>Machaerium capote</i> , <i>Machaerium goudoti</i> , <i>Platymiscium hebestachyum</i> , <i>Swartzia trianae</i> , <i>Zanthoxylum caribaeum</i> , <i>Zanthoxylum fagara</i> , <i>Zanthoxylum rigidum</i>
3 (14m-22m)	5	1	<i>Platymiscium hebestachyum</i>
TOTAL	417	26	

Fuente: Autores.

La Tabla 9, muestra la posición sociológica de las especies del sitio El Neme, evidenció que los dos estratos comparten especies como: *Astronium graveolens*, *Casearia corymbosa*, *Coutarea hexandra*, *Machaerium capote*, *Machaerium goudoti*, *Platymiscium hebestachyum*, *Swartzia trianae*, *Zanthoxylum caribaeum*, *Zanthoxylum fagara*, *Zanthoxylum rigidum*, a excepción de especies como *Eugenia uniflora* y *Randia aculeata*, propias del Eb. y la especie *Dyospiros* sp, registrada solo para el Ed. Por otro lado, *Platymiscium hebestachyum* se encontró distribuida en todos los estratos conformados, además fue la única especie representada como Ae.

Los tres sitios presentaron diferentes estados de sucesión, unos más conservados que otros en relación a la diversidad de especies y sus respectivas abundancias, estando mejor representado los estratos bajos para los tres sitios. Los bosques la Flor y El Neme, fueron un poco más similares al presentar solo dos estratos, sin embargo, se pudo observar que el bosque La Flor presento una mayor diversidad de especies conforme a los dos estratos en relación al bosque El Neme. En cuanto el bosque la Zorra, fue el bosque más complejo constituido por tres estratos diferenciados, esto coincidió con el número total de especies encontradas en función de la altura del dosel.

4.4 ALFA-DIVERSIDAD

La Tabla 10, muestra los resultados obtenidos para los diferentes índices de diversidad respectivos para cada bosque.

Tabla 10. Índices de alfa-diversidad usados para los tres bosques (La Flor, la Zorra y el Neme) interpretados según (Caviedes, 1999).

Índice	Valores			Interpretación
	Bosque La Flor	Bosque La Zorra	Bosque El Neme	
Margalef (Dmg)	10.67			Muy alta diversidad.
		8.25		Muy alta diversidad.
			3	Alta diversidad.
Shannon-Wiener (H')	3.53			Muy alta diversidad.
		3.45		Muy alta diversidad.
			1.8	Baja diversidad.

Índice	Valores			Interpretación
	Bosque La Flor	Bosque La Zorra	Bosque El Neme	
Simpson (1-D)	0.95			Muy alta diversidad o muy baja dominancia.
		0.95		Muy alta diversidad o muy baja dominancia.
			0.72	Diversidad y dominancia media.
Fuente: Autores.				

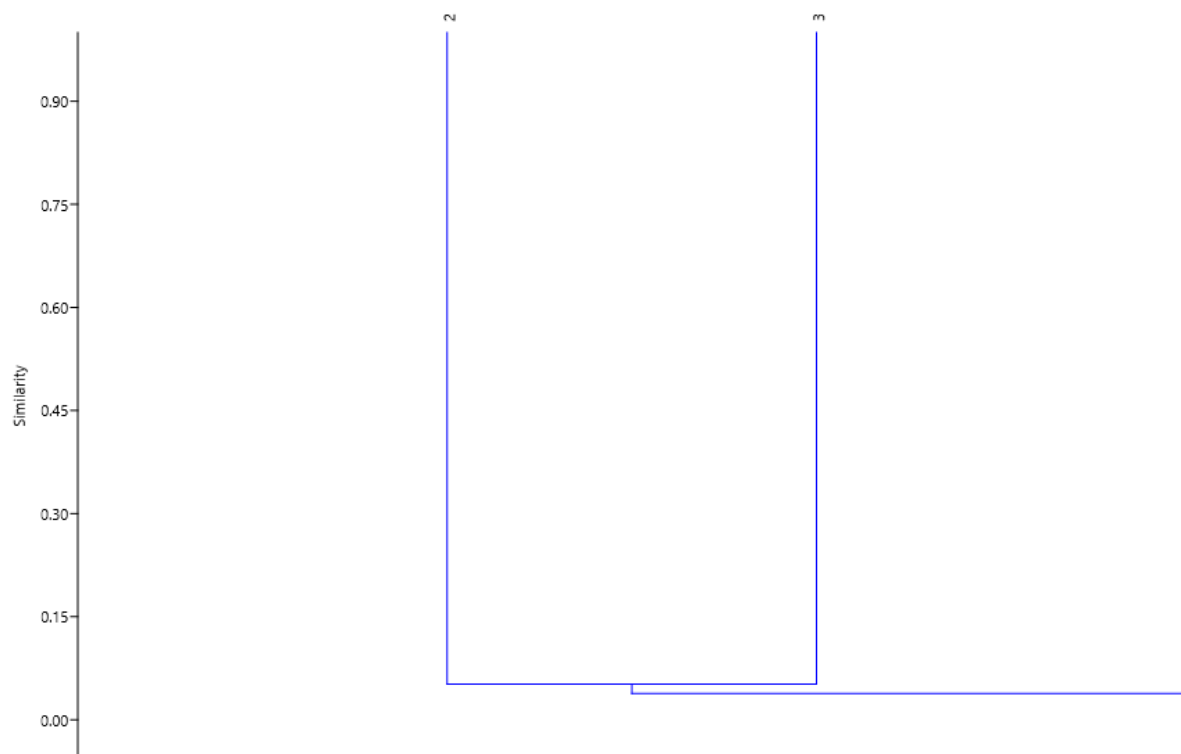
4.5 BETA-DIVERSIDAD

Se realizó el diagrama de análisis de clúster para la medida de similaridad de Jaccard. La Tabla 11 y la Figura 17, muestran numérica y gráficamente el grado de similaridad de los sitios, siendo La Flor el sitio 1, La Zorra el sitio 2, y El Neme el sitio 3.

Tabla 11. Medida de similaridad de Jaccard.

	1	2	3
1	1	0.0517	0.0247
2	0.0517	1	0.0519
3	0.0247	0.0519	1
Fuente: PAST, 3.19; Autores.			

Figura 17. Diagrama de clúster para la medida de similaridad de Jaccard.



Fuente: PAST, 3.19; Autores.

EL análisis de beta diversidad según la similaridad de Jaccard, evidenció que los tres sitios de muestreo fueron ampliamente diferentes respecto a su composición de especies, ya que los valores observados se acercan a cero. Los ecosistemas 2 y 3 compartieron cuatro especies (*Astronium graveolens*, *Croton dolichostachyus*, *Davilla nítida* y *Zanthoxylum caribaeum*), obteniendo el mayor valor de similaridad con 5,19 %. Los ecosistemas 1 y 2 compartieron 6 especies (*Astronium graveolens*, *Aristolochia máxima*, *Myrcia popayanensis*, *Nectandra globosa*, *Ormosia colombiana* y *Vismia baccífera*), sin embargo, a pesar de compartir un mayor número de especies que los ecosistemas 2 y 3, la proporción de la composición de especies es muy alta y similar para estos dos sitios, siendo, para la ecuación, un denominador alto, dando como resultado una similaridad del 5,17 %, solo 0,02% inferior a la de los ecosistemas 2 y 3. La menor similaridad fue de 2, 47 % para los ecosistemas 1 y 3, donde solo se compartieron dos especies (*Astronium graveolens* y *Handroanthus chrysanthus*).

5. DISCUSIÓN

Según IAVH (1998), para el BS-T en Colombia, las familias con mayor número de especies en muestreos de 0,1 has fueron: Fabaceae seguida de Bignoniaceae, Sapindaceae y Capparaceae, para ecosistemas como Neguanje (Magdalena) las familias Euphorbiaceae y Rubiaceae ocuparon el tercer y cuarto lugar respectivamente. Mendoza (1999), registró (en muestreos con $DAP \geq 1$ cm para 4 sitios del Caribe colombiano y 3 del norte del Tolima) familias importantes como Fabaceae con 25 especies, Bignoniaceae con 22 especies, Malpighiaceae con 17 especies, Capparaceae con 15 especies, además La familia Rubiaceae también de ubicó dentro de las más diversas, presentando 15 especies, coincidió con (Marulanda, et al., 2003), para los bosques secos de San Sebastián, Magdalena, que encontraron 20 especies de la familia Fabaceae, 15 para Bignoniaceae, 10 para Rubiaceae y 8 para Capparaceae (en muestreos con $DAP \geq 2,5$ cm en 0,4 has), Carrillo, Rivera y Sánchez (2007), encontraron en Cerro Tasajero, Norte de Santander 18 especies pertenecientes a la familia Fabaceae, para las familias Rubiaceae, Myrtaceae Y Euphorbiaceae 6 especies cada una ($DAP \geq 1$ cm, para 0,1 has), coincidió, aunque un poco menos con Fernández et al. (2013) que encontraron que las familias más diversas para los ecosistemas secos del sur del Tolima, fueron Fabaceae con 14 especies, 12 para Myrtaceae y 7 para Euphorbiaceae, además familias como Anacardiaceae, Malvaceae, Rubiaceae, Salicaceae presentaron 5 especies respectivamente ($DAP \geq 5$ cm, para 12 parcelas de 0.25 has), las diferencias pueden tener relación al diámetro mínimo de muestreo. Myrtaceae presentó registros con entre 1 y 6 especies por estudio (Cabezas Duarte, 2016; Carrillo, et al., 2007; Marulanda, et al., 2003; Mendoza, 1999; Olascuaga, Mercado y Sanchez, 2016), a diferencia de Fernández et al. (2013) quienes reportaron 12 especies. Coincidiendo con los datos bibliográficos, para este estudio, Fabaceae siempre fue representativa en los 3 sitios, con el mayor número de especies por unidad de área para los sitios La Zorra y El Neme, siendo la tercera más importante para el bosque la Flor, la familia Rubiaceae fue la tercera más importante para La Zorra y El neme y la quinta más importante para La Flor, se encontraron casos particulares para el bosque La

Flor (sur oriente del Tolima), las familias más representativas fueron Lauraceae y Piperaceae con 9 y 7 especies respectivamente, en trabajos como el de Fernández et al. (2013)(sur oriente del Tolima) se encontraron 4 especies de Lauraceae, Carrillo et al. (2007)solo encontraron 2 especies de Lauraceae y 1 de Piperaceae, también Olascuaga et al. (2016), registraron 2 especies de Piperaceae, además la Familia Erythroxylaceae fue la segunda más importante para el bosque La zorra con 4 especies, mientras que Fernández et al. (2013) y Carrillo et al.(2007), solo registraron 1 especie para cada caso. Para La Flor, La Zorra y El Neme fueron registradas familias como Rubiaceae con 4, 3 y 2 especies respectivamente, además Euphorbiaceae y Bignoniaceae se registraron para los tres sitios aunque con baja representatividad de especies, La familia Sapindaceae se encontró solo en La Flor y La Zorra. Capparaceae es una de las familias altamente representativas de los bosques secos tropicales colombianos (Cabezas, 2016; IAVH, 1998; Marulanda et al., 2003; Mendoza, 1999), sin embargo no fue registrada para ninguno de los sitios concernientes a este estudio.

A nivel de géneros, para el Caribe y la región del norte del Tolima, *Capparis* presentó el mayor número de especies, seguido de *Trichilia*, luego siguen los géneros *Bauhinia*, *Machaerium*, *Coccoloba*, *Randia*, *Paullinia* y *Tabebuia*, en muestreos de 0,1 has (IAVH, 1998).Mendoza (1999), registró que los géneros más importantes en términos de diversidad fueron *Capparis* con 10 especies, *Trichilia* con 8 especies, *Machaerium* con 7 especies, además de *Casearia*, *Coccoloba* y *Paullinia* con 5 especies cada uno. Marulanda et al. (2003), registraron *Capparis* con 7 especies, *Hippocratea*, *Machaerium*, *Trichilia* y *Randia* con 3 especies cada uno. Carrillo et al.(2007), reportaron *Machaerium* con 5 especies, *Croton* y *Casearia* con 3 especies cada uno. Fernández et al. (2013) encontraron *Myrcia* con 11 especies, *Casearia* con 4 especies, *Ficus* con 4 especies, *Machaerium* y *Zanthoxylum* con 3 especies cada uno. Olascuaga et al. (2016), registraron géneros como: *Serjania* con 4 especies, *Chomelia*, *Guazuma*, *Bauhinia*, *Capparis*, *Fridericia*, *Tabernaemontana* con 3 especies cada una; Poco similar para este estudio, los géneros con mayor número de especies fueron *Piper* con 7 especies, *Nectandra* con 5 especies, *Erythroxylum* con 4 especies, *Eugenia* con 4 especies, *Zanthoxylum* con 4 especies y *Casearia*, *Inga*, *Machaerium*, *Myrcia*, *Swartzia* con 3

especies cada uno, de estos, las 7 especies del género *Piper* registraron únicamente para el bosque La Flor, de las 5 especies de *Nectandra* fueron encontradas 4 para La Flor y 2 Para La Zorra, compartiendo a *N. globosa*, las 4 especies del genero *Erythroxylum* fueron encontradas solamente en el boque La Zorra, *Eugenia* mostro ser más versátil al reportar especies en los tres sitios, aunque ninguna especie compartida. Las similitudes a los datos bibliográficos radican en los géneros *Casearia*, *Machaerium*(Carrillo, et al., 2007; IAVH, 1998; Marulanda, et al., 2003; Mendoza, 1999), *Myrcia* y *Zanthoxylum*(Fernández et al., 2013). El género *Diospyros* perteneciente a la familia Ebenaceae, ausente en otros estudios (Cabezas, 2016; Carrillo, et al., 2007; Fernández, et al., 2013; Marulanda, et al., 2003; Mendoza, 1999; Olascuaga, et al., 2016), fue encontrado en el bosque El Neme con un único individuo, existe la probabilidad de que sea una nueva especie, sin embargo existen 2 especies reportadas en el libro “*El Bosque Seco Tropical en Colombia*”(Pizano y Garcia, 2014), ninguna para el departamento del Tolima.

A nivel de especies, Mendoza (1999), encontró para cuatro sitios del Caribe colombiano y tres sitios del norte el Tolima un total de 308 especies con DAP ≥ 1 cm, para 0,7 has de muestreo, con un promedio de 78 especies para cada 0,1 has, esto modificando la metodología propuesta por Gentry (1982), parcelas RAP (transectos de 50 * 2 m, DAP $\geq 2,5$ cm.), contrastante con este estudio, donde se registraron un total de 132 especies con DAP ≥ 1 cm, en 0,75 has de muestreo, con un promedio de 44 especies por cada PPM de 0,25 has. Puntualmente, *Astronium graveolens* Jacq., presentó una amplia distribución, encontrándose en los tres sitios muestreados, también fue reportada en bosques secos del Caribe y Tolima(Cabezas, 2016; Fernández, et al., 2013; IAVH, 1998; Marulanda, et al., 2003; Mendoza, 1999; Olascuaga, et al., 2016).

Tabla 12. Especies encontradas, no reportadas para el departamento del Tolima o no reportadas para los bosques secos de Colombia, Según Pizano y Garcia, (2014).

Familia	Especie	No reportadas para el departamento	No reportadas en el libro
Acanthaceae	<i>Aphelandra attenuata</i> Klotzsch	X	
Acanthaceae	<i>Trichanthera gigantea</i> (Bonpl.) Nees	X	
Annonaceae	<i>Oxandra panamensis</i> RE Fr.		X
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana grandiflora</i> Jacq.	X	
Apocynaceae	<i>Stemmadenia grandiflora</i> (Jacq.) Miers		X
Arecaceae	<i>Bactris pilosa</i> H. Karst.		X
Bignoniaceae	<i>Jacaranda caucana</i> subsp. <i>Caucana</i> Pittier		X
Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i> L.	X	
Dichapetalaceae	<i>Dichapetalum bernalii</i> Prance		X
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum amazonicum</i> Peyr.		X
Euphorbiaceae	<i>Croton dolichostachyus</i> Pittier		X
Fabaceae	<i>Swartzia robiniifolia</i> Willd. ex Vogel	X	
Fabaceae	<i>Inga sapindoides</i> Willd.	X	
Fabaceae	<i>Brownea grandiceps</i> Jacq.		X
Fabaceae	<i>Machaerium acuminatum</i> Kunth		X
Lauraceae	<i>Nectandra globosa</i> (Aubl.) Mez		X
Lauraceae	<i>Nectandra longifolia</i> (Ruiz & Pav.) Nees		X
Lecythidaceae	<i>Gustavia verticillata</i> Miers		X
Malpighiaceae	<i>Bunchosia pseudonitida</i> Cuatrec.	X	
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis cornifolia</i> (Kunth) CB Rob.		X
Malvaceae	<i>Theobroma cacao</i> L.	X	

Familia	Especie	No reportadas para el departamento	No reportadas en el libro
Menispermaceae	<i>Abuta racemosa</i> (Thunb.) Triana y Planch.		X
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	X	
Moraceae	<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.	X	
Myrtaceae	<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	X	
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	X	
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.		X
Nyctaginaceae	<i>Guapira costaricana</i> (Standl.) Woodson	X	
Passifloraceae	<i>Passiflora marikitensis</i> Mutis ex L. Uribe		X
Piperaceae	<i>Piper arboreum</i> Aubl.	X	
Piperaceae	<i>Piper eriopodon</i> (Miq.) C. DC.	X	
Piperaceae	<i>Piper grande</i> Vahl	X	
Polygonaceae	<i>Coccoloba caracasana</i> Meisn.	X	
Polygonaceae	<i>Coccoloba mollis</i> Casar.		X
Primulaceae	<i>Ardisia foetida</i> Willd. ex Roem. Y Schult.		X
Rubiaceae	<i>Posoqueria latifolia</i> (Rudge) Schult.	X	
Rubiaceae	<i>Chomelia tenuiflora</i> Benth.	X	
Rubiaceae	<i>Faramea multiflora</i> A. Rich. ex DC.	X	
Rutaceae	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	X	
Salicaceae	<i>Homalium racemosum</i> Jacq.	X	
Sapindaceae	<i>Cupania latifolia</i> Kunth	X	
Sapindaceae	<i>Cupania</i> aff. <i>diphylla</i> Vahl		X
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum argenteum</i> Jacq.	X	
Siparunaceae	<i>Siparuna laurifolia</i> (Kunth) A. DC.	X	

Familia	Especie	No reportadas para el departamento	No reportadas en el libro
Solanaceae	<i>Solanum calidum</i> Bohs		X
Urticaceae	<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	X	
Verbenaceae	<i>Petrea volubilis</i> L.	X	
Violaceae	<i>Rinorea ulmifolia</i> Kuntze		X

Fuente: Autores.

Fueron encontradas 27 especies que no habían sido reportadas para el departamento del Tolima y 21 especies no reportadas para los bosques secos tropicales de Colombia (Pizano y Garcia, 2014), como se puede apreciar en la Tabla 14.

Para la estructura vertical, Marulanda et al. (2003), encontraron en muestreos con DAP \geq a 2,5 cm, (en 0,4 has, de BS-T en San Sebastián, Magdalena) que el mayor número de individuos fueron árboles, con alrededor del 70 % de los individuos, seguido de lianas con alrededor del 22% y finalmente arbustos con alrededor del 8%; Carrillo, et al. (2007), encontraron (en 10 transectos RAP para un gradiente altitudinal entre los 100 y 900 m., en San José de Cúcuta) en muestreos con DAP \geq 1cm, que el hábito de crecimiento más abundante fueron los arbustos con alrededor de 279 individuos, seguido árboles con alrededor de 200 individuos, finalmente las trepadoras con alrededor de 30 individuos, y números menos significativos para las hierbas, También Olascuaga, et al. (2016), encontraron diferencias marcadas para 3 estados de sucesión en un BS-T en Toluviejo, donde para el estado temprano el mayor número de individuos fueron arbustos, seguido de hierbas y finalmente lianas, y epifitas, esto contrario a los estados intermedio y tardío que se comportaron de manera similar, siendo los árboles los más dominantes, seguido de los arbustos, las lianas, y menos significativas, las hierbas. En lo concerniente a este estudio se analizó la estructura vertical con todos los individuos de DN \geq 5 cm., resultando para el bosque La Flor, un total de 110 individuos, distribuidos en: Eb. (52 individuos), Ed. (50 individuos) y Ae. (8 individuos), evidenciando una tendencia hacia los resultados

obtenidos por Marulanda et al. (2003); A nivel de especies se obtuvo un total de 38 especies, 8 especies únicas para el Eb., 13 para el Ed., y 2 para Ae., las 15 especies restantes se encontraron en más de un estrato. Para el bosque La Zorra, se obtuvo un total de 213 individuos, distribuidos: 109 para el Eb., 71 para Ed. y 33 para Es., coincidente con los resultados de Carrillo, et al.(2007); A nivel de especies se obtuvo un total de 34 especies, 9 especies únicas para Eb., 4 para el Ed., y 4 para el Es., las 16 especies restantes se encontraron en más de un estrato. Para el bosque El Neme, se encontraron un total de 417 individuos, distribuidos: 182 para el Eb., 230 para el Ed., y 5 para Ae. evidenciando una tendencia hacia los resultados obtenidos por Marulanda et al. (2003), a nivel de especies se encontraron un total de 15 especies, 4 especies únicas para el Eb., 1 para el Ed., sin ninguna especie en particular para los Ae., las 10 especies restantes se encontraron tanto en el Eb., como en el Ed.

Las especies más importantes según su peso ecológico de mayor a menor fueron, para el bosque La Flor, *Handroanthus chrysanthus*, *Piper arboreum*, *Urera caracasana* y *Ficus dendrocida*; Para el Bosque La Zorra, *Cordia gerascanthus*, *Rinorea ulmifolia*, *Pouteria glomerata*, *Cupania* aff. *diphylla*; Para el bosque El Neme, *Platymiscium hebestachyum*, *Astronium graveolens*, *Coutarea hexandra*, *Casearia corymbosa*. Estos resultados difieren ampliamente de lo encontrado para 3 sitios en el norte del Tolima, donde la única similitud fue *A. graveolens*, que fue una de las especies con mayor peso ecológico en 1 de los 3 sitios, también fue una de las especies de mayor peso ecológico para 3 de 4 comunidades muestreadas en el Caribe colombiano(Mendoza, 1999).

Para la diversidad alfa, Olascuaga, et al. (2016),encontraron diferencias significativas entre el número de especies entre tres comunidades de bosque seco tropical con diferentes estados de sucesión (estado temprano (ETE.), estado intermedio (EI.), estado tardío (ETA.)), según el estimador Shannon- Wiener, encontró que el EI. poseía mayor diversidad, seguido del ETA. y ETE., según el índice de Simpson, la mayor dominancia de especies se encontró en el ETE., seguido del ETA. y por último el EI. Comparado con este estudio, según el estimador Shannon- Wiener el bosque la Flor presento una mayor diversidad, seguido del bosque La Zorra, finalmente el bosque El Neme que presento

una baja diversidad, según el índice de Simpson, la mayor dominancia de especies se encontró en El Neme, seguido de La Zorra y finalmente La Flor. Estos resultados ratifican a El Neme, como la comunidad más temprana, además, *Astronium graveolens* fue la segunda especie de mayor peso ecológico para esta comunidad, siendo considerada como una especie pionera, que puede soportar condiciones ambientales adversas, crece rápidamente y se encuentra en los primeros estados de los bosques (Maldonado et al., 2009, citado por Olascuaga, et al. 2016). La diversidad del bosque La Flor (muy alta diversidad según Shannon- Weiener; Muy alta diversidad o muy baja dominancia según Simpson) con el menor número de individuos en relación a los otros 2 sitios muestreados, además, las diferencias encontradas en composición y abundancia de géneros con los datos bibliográficos, puede deberse a la ubicación de este sitio, al ser el bosque más alto en relación al nivel del mar y encontrarse en la parte baja del flanco occidental de la cordillera oriental puede existir mayor conectividad genética con ecosistemas de montaña, además, el recurso hídrico no dependería únicamente de la precipitación directa, sino también la influencia de la baja altura de la cordillera oriental al sur del Tolima, este bosque podría representar un posible corredor biológico influenciado por las bajas alturas de la cordillera oriental (2200 msnm) al norte del Huila, con elementos de los bosques húmedos de la Orinoquia al norte del PNN la Macarena, esto apoyado con colecciones depositadas en el Herbario TOLI sección Dendrología.

6. CONCLUSIONES

Para tres sitios de muestreo del alto Magdalena, fueron registradas 132 especies, pertenecientes a 43 Familias botánicas, de esta composición florística, 27 especies fueron nuevos registros para el departamento del Tolima y 21 especies fueron nuevos registros para el Bs-T en Colombia (Pizano y Garcia, 2014), además de la probabilidad de una nueva especie para el género *Diospyros*. Estas cifras sustentan los vacíos de información existentes a nivel de composición florística para el Bs-T y ratifican la importancia de ampliar los estudios de vegetación para mejorar el conocimiento de la diversidad biológica a nivel de vegetación para este bioma.

El análisis estructural de los bosques permitió apreciar cual fue el ecosistema mas conservado y complejo de los tres. Los resultados obtenidos nos invitan a valorar los bosques desde una mirada más precisa y menos general, por ejemplo, la gran riqueza florística del bosque La Flor, contraria a su escasa abundancia de individuos, asociada a su ubicación, nos brinda una idea del grado de conservación, conectividad e importancia de este ecosistema, además, el evidente contraste con el bosque El Neme, donde la abundancia de especies fue menor, aunque representada por un mayor número de individuos, brinda un mejor soporte sobre la valoración de los bosques y las prioridades de conservación. Se encontró que el bosque La Zorra fue el sitio más complejo estructuralmente en relación a La Flor y El Neme. La estructura de los sitios evaluados evidenció amplias diferencias, corroboradas por IVI contrastantes, además de estructuras verticales variadas, demostrando la particularidad estructural de cada bosque. Esta clase de resultados apoyan la importancia del conocimiento local de cada bosque seco, pues aunque sean agrupados dentro de esta conformación boscosa tan amplia (Bs-T) presentan interesantes particularidades, que podrían pasar desapercibidas para la ciencia de no ser estudiados a profundidad (Lamprecht, 1990).

Según los índices de Alfa-diversidad, los Bosques La Flor y La Zorra presentaron una muy alta diversidad o baja dominancia, característico de los bosques tropicales. Para el

bosque El Neme se presentó de media a baja diversidad acompañado por una mayor dominancia, estas características permitieron verlo como un ecosistema establecido, su escasa diversidad puede ser resultado de factores abióticos como la composición de suelos o de otros factores como la conectividad biótica. La beta-diversidad evidenció ecosistemas ampliamente diferentes, donde su similitud no alcanza el 6 %, el 94 % que representa la diferencia de especies en distancias tan relativamente cortas, apoyan las hipótesis de singularidad florística de los bosques secos tropicales. Es importante aumentar los esfuerzos concernientes a la investigación del Bs-T, que permitan completar los vacíos de conocimiento y mejorar las iniciativas de conservación y restauración de esta zona de vida.

RECOMENDACIONES

Se recomienda ampliar los muestreos en los bosques secos tropicales, que permitan conocer de manera puntual la diversidad florística y variaciones estructurales, con el propósito de complementar los vacíos de información sobre esta zona de vida, y ser apoyo para interesados en la recuperación activa de este importante bioma.

Se deben realizar estudios que permitan ver la conectividad de especies que pueda presentar el bosque seco con otras zonas de vida, analizando la disponibilidad o ausencia de los recursos, tamaño y la distancia florística junto las formas de dispersión, en diferentes condiciones microclimáticas y altitudinales para los bs-T en Colombia.


Es necesario ampliar las áreas de conservación de este bioma y formular estrategias de desarrollo que instruyan a las comunidades sobre el cuidado y beneficios que provee los bosques sin ser alterados e intervenidos, siendo un importante reservorio genético de especies abundantes formas de vida.

REFERENCIAS

- Albesiano, S., Rangel, J. O., y Cadena, A. (2003). La Vegetación Del Cañón Del Río Chicamocha (Santander, Colombia). *Caldasia*, 25(1), 73–99.
- Alcaldía Municipal de Armero-Guayabal. (2004). Esquema de ordenamiento territorial Armedo-Guayabal.
- Alcaldía Municipal de Coello. (2013). Esquema de ordenamiento territorial Coello-Tolima.
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Revista Ecosistemas*, (21), 136–147.
- DRYFLOR, Banda, k., Delgado, A., Dexter, K., Linares, R., Oliveira, A. (2016). Plant diiversity patterns in neotropical dry forest and their conservation implications. *Science Journnal*, (353), 1383-1387.
- Cabezas, J. (2016). Composición florística y estructural de la vegetación arbórea de un bosque seco tropical del alto magdalena en el departamento del Tolima (Tesis de pregrado). Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.
- Carrillo, M., Rivera, O., y Sánchez, R. (2007). Caracterización Florística Y Estructural Del Bosque Seco Tropical Del Cerro Tasajero, San José De Cúcuta (Norte De Santander), Colombia. *Actualidades Biologicas*, 9(86), 55–73.
- Caviedes, B. (1999). Manual de métodos y procedimientos estadísticos. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia.
- Consejo municipal de Suarez-Tolima. (2012). *Plan de desarrollo municipal 20012-2015 de Suarez, Tolima*. Recuperado de <https://goo.gl/XDVB66%0Ahttp://perfildealcaldes.socya.co/wp-content/uploads/2016/09/Plan-de-Desarrollo-Heliconia-2016-2019.pdf>
- Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA. (2011). *Agenda Ambiental Del Municipio De Armero Guayabal 2011*. Recuperado de [http://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/e_studios/agendas/2010_Agenda_Ambiental_del_Municipio_de_Armero_Guayabal.p](http://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/e_studios/agendas/2010_Agenda_Ambiental_del_Municipio_de_Armero_Guayabal.pdf)df
- Fernández, F., Bernate, J., y Melo, O. (2013). Diversidad arbórea y prioridades de

- conservación de los bosques secos tropicales en el sur del departamento del Tolima en el valle del río Magdalena, Colombia. *Actualidades Biológicas*, 35(99), 161–183.
- García, H., Corzo, G., Isaacs, P., y Etter, A. (2014). distribución y estado actual de los remanentes del bioma de bosque seco tropical en Colombia: insumos para su gestión. En Pizano, C., y García, H. (Ed.) *El bosque seco tropical en Colombia* (pp. 228-249). Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Halffter, G. (1992). *La diversidad biológica de iberoamérica I*. Xalapa, Mexico: Instituto de Ecología, A.C.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). (1998). El bosque seco tropical (B s - T) en Colombia. *IAvH 1998*, 1–24.
- Lamprecht, H. (1990). Silvicultura en los tropicos. GTZ. Republica Federal Alemana.
- Louman, B., Quirós, D., y Nilsson, M. (Ed.). (2001). Silvicultura de Bosques Latifoliados Húmedos con Énfasis en America Central. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Marulanda, L., Uribe, A., Velásquez, P., Montoya, A., Idárraga, A., López, C., López, J. (2003). Estructura y composición de la vegetación de un fragmento de bosque seco en San Sebastián, Magdalena (Colombia). I. Composición de plantas vasculares. *Acta Biológica Colombiana*, 25(78), 17–30.
- Melo, O., y Vargas, R. (Ed.). (2003). EVALUACION ECOLOGICA Y SILVICULTURAL DE ECOSISTEMAS BOSCOSOS. Ibagué- Colombia: Universidad del Tolima, CRQ, CARDER, CORPOCALDAS, CORTOLIMA.
- Mendoza, H. (1999). Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el Valle del río Magdalena, Colombia. *Caldasia*, 21(1), 70–94.
- Merkel, A. (s.f.). *Climate-data.org*. Climate: Armero-Guayabal. <https://en.climate-data.org/location/193634/>
- Merkel, A. (s.f.). *Climate-data.org*. Climate: Coello. <https://en.climate-data.org/location/50397/>
- Merkel, A. (s.f.). *Climate-date.org*. Climate: Suarez. <https://en.climate-data.org/location/193634/>
- Mostacedo, B., y Fredericksen, T. (2000). Manual de Métodos básicos de muestreo y

- análisis en ecología vegetal. Santa Cruz, Bolivia: BOLFOR.
- Murphy, P., & Lugo, A. (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17(1), 67–88.
- Olascuaga D., Mercado J., y Sanchez L. (2016). Análisis de la vegetación sucesional en un fragmento de bosque seco tropical en Toluviejo-Sucre (Colombia). *Colombia Forestal*, 19(1), 23-40.
- Pennington, R., Prado E., & Pendry, C. (2000). Neotropical seasonally dry forests and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography*, 27, 261–273.
- Pizano, C., y Garcia, H. (Ed.). (2014). El bosque seco tropical en Colombia. Bogotá, Colombia: Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Rangel, O., Lowy, P., y Aguilar, M. (1997). Diversidad biótica II. Tipos de vegetación en Colombia. Bogotá, Colombia: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Rodriguez, N., y López, R. (2014). Las plantas del bosque seco en Colombia. En C. Pizano, y H. Garcia. (Ed.). *El bosque seco tropical en Colombia* (pp. 49-88). Bogotá, Colombia: Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Valerio, J., y Salas, C. (1997). Selección de prácticas silviculturales para bosques tropicales. Santa Cruz, Bolivia: BOLFOR.
- Villanueva, B., Melo, O., & Rincón, M. (2015b). Estado del conocimiento y aportes a la flora vascular del bosque seco del Tolima. *Colombia Forestal*, 18(1), 9–23.

 Universidad del Tolima	PROCEDIMIENTO DE FORMACIÓN DE USUARIOS AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	Página 1 de 3
		Código: GB-P04-F03
		Versión: 03
		Fecha Aprobación: 15 de Febrero de 2017

Los suscritos:

Brayan Alexis Morales Duarte	con C.C N°	1.110'545.133
Lina María Fonseca Peña	con C.C N°	1.110'566.807
	con C.C N°	
	con C.C N°	
	con C.C N°	

Manifiesto (an) la voluntad de:

Autorizar

☒

No Autorizar

☐

Motivo:

La consulta en físico y la virtualización de **mi OBRA**, con el fin de incluirlo en el repositorio institucional de la Universidad del Tolima. Esta autorización se hace sin ánimo de lucro, con fines académicos y no implica una cesión de derechos patrimoniales de autor.

Manifestamos que se trata de una OBRA original y como de la autoría de LA OBRA y en relación a la misma, declara que la UNIVERSIDAD DEL TOLIMA, se encuentra, en todo caso, libre de todo tipo de responsabilidad, sea civil, administrativa o penal (incluido el reclamo por plagio).

Por su parte la UNIVERSIDAD DEL TOLIMA se compromete a imponer las medidas necesarias que garanticen la conservación y custodia de la obra tanto en espacios físico como virtual, ajustándose para dicho fin a las normas fijadas en el Reglamento de Propiedad Intelectual de la Universidad, en la Ley 23 de 1982 y demás normas concordantes.

La publicación de:

Trabajo de grado

☒

Artículo

Proyecto de Investigación

Libro


Parte de libro

Documento de conferencia

Patente

Informe técnico

Otro: (fotografía, mapa, radiografía, película, video, entre otros)

 Universidad del Tolima	PROCEDIMIENTO DE FORMACIÓN DE USUARIOS AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	Página 2 de 3
		Código: GB-P04-F03
		Versión: 03
		Fecha Aprobación: 15 de Febrero de 2017

Producto de la actividad académica/científica/cultural en la Universidad del Tolima, para que con fines académicos e investigativos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad del Tolima. Con todo, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la Ley 23 de 1982. En concordancia suscribo este documento en el momento mismo que hago entrega del trabajo final a la Biblioteca Rafael Parga Cortes de la Universidad del Tolima.

De conformidad con lo establecido en la Ley 23 de 1982 en los artículos 30 “...**Derechos Morales. El autor tendrá sobre su obra un derecho perpetuo, inalienable e irrenunciable**” y 37 “...**Es lícita la reproducción por cualquier medio, de una obra literaria o científica, ordenada u obtenida por el interesado en un solo ejemplar para su uso privado y sin fines de lucro**”. El artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “**los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores**” y en su artículo 61 de la Constitución Política de Colombia.

- Identificación del documento:

Título completo: **EVALUACIÓN DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, LA ESTRUCTURA Y LA DIVERSIDAD DE TRES BOSQUES SECOS TROPICALES EN EL ALTO MAGDALENA, DEPARTAMENTO DEL TOLIMA**

- Trabajo de grado presentado para optar al título de:

INGENIERO FORESTAL


- Proyecto de Investigación correspondiente al Programa (No diligenciar si es opción de grado “Trabajo de Grado”):

- Informe Técnico correspondiente al Programa (No diligenciar si es opción de grado “Trabajo de Grado”):

- Artículo publicado en revista:

- Capítulo publicado en libro:

- Conferencia a la que se presentó:

 Universidad del Tolima	PROCEDIMIENTO DE FORMACIÓN DE USUARIOS AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL	Página 3 de 3
		Código: GB-P04-F03
		Versión: 03
		Fecha Aprobación: 15 de Febrero de 2017

Quienes a continuación autentican con su firma la autorización para la digitalización e inclusión en el repositorio digital de la Universidad del Tolima, el:

Día: **25** Mes: **OCTUBRE** Año: **2018**

Autores:

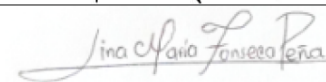
Firma

Nombre: Brayan Alexis Morales Duarte



C.C. 1.110'545.133

Nombre: Lina María Fonseca Peña



C.C. 1.110'566.807

Nombre: _____

C.C. _____

Nombre: _____

C.C. _____

El autor y/o autores certifican que conocen las derivadas jurídicas que se generan en aplicación de los principios del derecho de autor.